

DER

## KAIS. KÖN. GEOLOGISCHEN REICHS-ANSTALT.

## I. Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nord-Tirol.

Zweite Abtheilung<sup>1)</sup>.

Von Ferdinand Freiherrn v. Richthofen.

Mit 1 lithographirten Tafel.

## B. Lagerung und Gebirgsbau in der Trias-Lias-Zone.

(Fortsetzung.)

## II. Trias-Lias-Gebiet zwischen Bludenz und dem Arlberg.

Von dem in seinem Gebirgsbau so complicirten Rhätikon wenden wir uns zur östlichen Fortsetzung der Trias-Lias-Zone und betreten damit ein Gebiet, welches durch eine überraschende Harmonie und Gesetzmässigkeit seines Baues in allen Theilen ausgezeichnet ist. In steter Gleichförmigkeit ziehen mächtige Hebungswellen, einander parallel und gleich gebildet, in weiter Erstreckung von West nach Ost und erleiden nur selten in ihrer Regelmässigkeit eine locale Unterbrechung, wie an der Alpilla-Spitz, am Thannberg, bei Reutte und an einigen anderen Orten; manche von ihnen lässt sich leicht 10—12 Meilen weit ungestört verfolgen. Die Hebungswellen sind das eigentlich Typische und Formgebende im Gebirgsbau unseres gesammten Trias-Lias-Gebietes bis hin nach Salzburg und Berchtesgaden und man kann denselben in seinen allgemeinen Verhältnissen nur dann verstehen, wenn man die elementaren Hebungswellen in ihrer Entwicklung verfolgt. Es schieben sich secundäre Wellen ein, eine Mulde geht im weiteren Verlauf in eine Ueberschiebung oder eine Ueberstürzung über und so gibt es noch unendlich viele Modificationen, welche eine Hebungswelle erleiden kann. Um sie genauer und übersichtlicher erörtern zu können, scheint es zweckmässig diejenigen welligen Aufbiegungen, welche sich auf sehr bedeutende Erstreckung verfolgen lassen, mit Bezeichnungen zu belegen und sie als Haupt-Hebungswellen gegenüber den accessorischen zu betrachten. Nur dadurch dürfte es möglich sein, bei dem schrittweisen Vorgang in der Betrachtung den Zusammenhang des Ganzen nicht zu verlieren.

Der Ausdruck „Hebungswelle“ ist klar; er bezeichnet die geradlinig fortstreichende wellige Aufbiegung eines Schichtensystems<sup>2)</sup>. In unserem Gebiet

<sup>1)</sup> Siehe die erste Abtheilung in diesem Jahrbuche. Band X, 1859, Seite 72—137, mit XII Profilen und 2 Tafeln.

<sup>2)</sup> Der Ausdruck „Hebungswelle“ soll in keiner Weise eine Theorie über die Entstehung in sich schliessen. Kaum wird jetzt, nach Besiegung unserer so weit verbreitet gewesenen Theorien über die Epochen plötzlicher Hebungen und die zahllosen Hebungssysteme

streichen sie ohne Ausnahme ungefähr von West nach Ost (h.  $4\frac{1}{2}$ — $7\frac{1}{2}$ ), daher man einen Nord- und einen Süd-Schenkel unterscheiden kann <sup>1)</sup>.

Folgende können in dem zunächst zu erörternden Theile des Trias-Lias-Gebietes als die Haupthebungswellen angesehen werden:

I. (Profile VI bis XII) <sup>2)</sup>. Von Bludenz durch das Klosterthal über den Arlberg und im Stanzer Thal abwärts bis Mils (zwischen Landeck und Imst) erstreckt sich in einer Länge von beinahe 10 Meilen eine ausgezeichnete Hebungswelle, stets unmittelbar an der Grenze mit dem Urgebirge und zwischen Bludenz und Pians nur mit dem gegen Norden fallenden Theil entwickelt. In Westen schiebt sich zwischen dem Klosterthal und dem Bartholomäus-Berg noch eine Fortsetzung der Rhätikon-Gebirge ein, welche wir als IS und I1 (für die Profile) betrachten werden. Hiervon abgesehen fallen alle Schichten dieses Systems gegen Norden, bilden eine im Westen schmale, im Osten (Meridian des Mutterkopfes)  $1\frac{1}{2}$  Meilen breite, flache Mulde und erheben sich wieder zu

II (Profile V bis XII), der ersten jener Wellen, welche nur mit dem südlichen Theile entwickelt sind; ihre Nordgrenze ist durch eine Ueberschiebung ihrer ältesten Schichten auf die jüngsten der Welle III bezeichnet; sie beginnt bei Ludesch, zieht am Nord-Abhang des Hoch-Frassen hin, südlich von Maroul und Garfüllen vorüber und wird in der sehr verwickelten Umgebung der Rothwand undeutlich. Sie geht dann weiter über Zug, Am Lech, Grub-Spitz, Kristali-Spitz nach Gramais und Pfaflar und wir werden sie später durch die Einsattelungen nördlich von der Heiterwand und vom Wanneck weiter verfolgen.

Die Mulde IN — II S gehört wegen ihrer eigenthümlichen Lagerungsverhältnisse zu den wichtigsten und interessantesten Theilen unseres gesammten Gebietes.

noch Jemand daran zweifeln, dass die Zusammenschiebungen der Sedimentärgebirge an den Flanken unserer krystallinischen Centralketten zu einem Faltensysteme von Gebirgszügen ihre Entstehung einer langen Reihe säcularer Hebungen und Senkungen verdanken; wer aber dürfte mit den uns jetzt zur Untersuchung zu Gebote stehenden Mitteln wagen zu bestimmen, welche Bewegung die Hauptrolle gespielt hat. In allen Fällen aber hat eine relative wellige Erhebung über die Grundlage stattgefunden und dies dürfte die Bezeichnung rechtfertigen.

- 1) Zur Vereinfachung der Darstellung wie zu der besseren Vergleichung mit den Profilen scheint es geeignet, gewisse Bezeichnungen anzuwenden:

Die Hauptwellen tragen römische Ziffern. Mit I bezeichnen wir die der Grenze mit den krystallinischen Schiefen benachbarte Welle, mit II, III, IV u. s. f. successiv die weiter gegen Norden folgenden Hauptwellen. Wenn sich die krystallinischen Schiefer so weit gegen Norden erstrecken, dass z. B. I und II verschwinden, so werden sie bei dem Zurücktreten von jenen wieder in derselben Bedeutung aufgenommen.

Die untergeordneten oder accessorischen Hebungswellen werden mit arabischen Ziffern bezeichnet, welche dem Zeichen der zunächst nördlich angrenzenden Hauptwelle beigesetzt werden.

Der Nord- oder Süd-Schenkel einer Welle werden durch ein angehängtes N oder S ausgedrückt. II 1 N bedeutet daher den Nordabhang einer zwischen der ersten und zweiten Hauptwelle auftretenden accessorischen Aufbiegung. In den meisten Fällen ist nur einer der beiden Schenkel ausgebildet und zwar stets der südliche; der Nordabhang zeigt alsdann den steilen Durchschnitt der auf die nächste Welle übergeschobenen Schichten, der Nord-Schenkel aber fehlt. Ein Blick auf die Profile lehrt, wie überaus häufig dieser Fall in unserem Gebiete ist und wie die abnorme Erscheinung zum Gesetz wird. Sehr selten findet eine Muldenbildung statt, wie sie im Rhätikon mehrfach zu beobachten war. Es ist klar, dass jede Mulde durch IN + II S oder II S + III N u. s. w. gebildet wird, also stets zwei Wellen angehört, während ein Rücken stets nur aus einer einzigen besteht.

- 2) Bei der ersten Abtheilung dieser Abhandlung.

III (Profile VII bis XII). Eine dritte schärfer abgegrenzte Hebungswelle von geringer Breite erstreckt sich nördlich von der vorigen; auch von ihr zeigen die Profile nur südlich fallende Schichten. Untersucht man die Nordgrenze des Zuges von Osten her, so lässt sie sich von Lermos über Namles und Bsclaps nach dem Lechthal verfolgen, setzt im schiefen Winkel zwischen Griesau und Ober-Giebler über dasselbe hinweg, nimmt jenseits einige Vorsprünge mit und endigt scheinbar im Lechthal selbst bei Stög; allein mit Berücksichtigung der sehr gestörten Verhältnisse dieser Gegend lässt sich die Welle als solche weiter verfolgen und erscheint in ihrem alten Charakter bald wieder; ihre Nordgrenze zieht durch den Gypsitobl nach dem Gansboden, Tisner Gschröf und der Alpilla im grossen Walser Thal.

IV (Profile VIII bis XII). Unweit nördlich von der Alpilla beginnt ein Anfangs sehr schmaler Zug, dessen Nordgrenze an der südlichen Thalwand des Walser Thaales hinzieht, am Juppenspitz und Warthhorn fortsetzt, bei Warth in kurzer Erstreckung verschwindet und dann über Mädele-Gabel und die Bretter-Spitz nach Vorder-Hornbach im Lechthal zu verfolgen ist.

V (Profile VIII bis XII). Eine durch ausgezeichnete Schichtenentwicklung und durch die Höhe ihrer Dolomitgebirge ausgezeichnete Hebungswelle ist: Zitterklapfen, Widderstein, Ochsenjoch, Hochvogel. Die Grenze ist am Nordabfall dieser mächtigen Gebirge; der Dolomit überlagert hier die Algäu-Schichten von

VI (Profile IX bis XII), einer sehr untergeordneten Hebungswelle, welche in Vorarlberg nur die nördlichen Gehänge des Zitterklapfen-Zuges, das Zwölferhorn, den Hammer-Kopf und die Kanzelwand im Mittelberg bildet, dann das Algäu durchsetzt und mit dem Hochwaldspitz wieder Tirol betritt. Sie zieht von hier über das Kälbeles-Eck und den Leitach-Spitz gegen Weissenbach hin.

Wir setzen unsere unterbrochene Beschreibung der Lagerung und des Gebirgsbaues in der Trias-Lias-Zone bei dem zwischen Bludenz und der tirolischen Grenze gelegenen Theil fort, welcher eine durchschnittlich  $2\frac{1}{2}$  Meilen breite Zone zwischen krystallinischen Schiefen und Flysch bildet.

Umgegend von Bludenz, Bratz, Dalaas, Bartholomäusberg. (Verhältniss zum Rhätikon.) Profile V bis IX.

Bludenz liegt unweit der Vereinigung des vom Arlberg herabkommenden Klosterthales mit dem grösseren Montavon in schöner fruchtbarer Gegend, ein vortrefflicher Ausgangspunkt für Excursionen nach allen Theilen der weiteren Umgegend. Ein sehr niederer, nach Süden steiler, nach Norden flacher Bergvorsprung zieht sich von Osten her in die Stadt hinein und trägt das Schloss derselben. Er besteht aus nördlich fallendem Virgloria-Kalk, der in einigen Steinbrüchen gewonnen wird. Mit stets gleichem Fallen streicht der mauerförmig abgebrochene Kalk nördlich von Rungelin vorbei quer über den Grupser Tobl und über Bratz nach Dalaas. Die Mauer bildet den unteren Theil eines hohen steilen Abhanges, mit welchem der Geisspitz, die Gamsfreiheit, die Pitschi-Köpfe, der Rogelskopf u. s. w. gegen das Illthal abstürzen, und wie ihre eigenen Schichten flach nördlich fallen, so thut dies auch die ganze Folge, welche sich zu dem hohen Abhang aufbaut. Es sind dies in normaler Reihenfolge alle Formationsglieder, welche ihre Stellung über den Virgloria-Kalk bis hinauf zum Dolomit

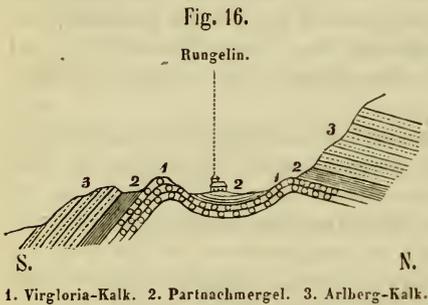
haben. Das ganze nördlich fallende System aber, welches die Wand durchschneidet, ist die nördliche Hälfte unserer Welle I.

Ehe wir in dieser Richtung weiter vorschreiten, untersuchen wir den Theil, welcher südlich von der Linie Bludenz-Dalaas liegt; dazu dient am zweckmässigsten ein

Durchschnitt von Bludenz nach Schruns im Montavon.

In dem Profil V ist der Abhang vom Katzenkopf hinab nach Rungelin ein Theil der eben beschriebenen Wand. Während aber fast in der ganzen Erstreckung bis Dalaas die Thalsole an diese Wand unmittelbar herantritt, legt sich südöstlich von Bludenz ein niederer, jener Wand vollkommen paralleler Berg Rücken vor, um dessen Fuss sich die Strasse winden muss. Er besteht aus zwei schmalen Kalkriegeln, welche durch eine Mulde getrennt werden und sich durch

ihre dunkle Bewaldung auch landschaftlich scharf zeichnen. Die Schichten fallen südlich und man erkennt deutlich die Triaskalke und die Partnachmergel. In der Tiefenlinie der Aufbiegung, aber noch über dem Niveau des Illthales, liegt Rungelin auf sanften von Mergeln gebildeten Hügeln. Ob diese Mergel in der That in der im Profil angegebenen Weise zwischen Virgloria-Kalk und Verrucano liegen und also den im Rellsthal beobachteten entsprechen, oder nicht vielmehr durch eine in folgender Weise (Fig. 16) stattfindende Einbiegung nochmals



erscheinende Partnachmergel sind, konnte ich nicht entscheiden.

Die Arlbergkalke fallen in das Illthal und die weitere Folge ist von Alluvionen bedeckt. Die Breite des Thales beträgt an dieser Stelle ungefähr 2500 bis 3000 Fuss; es können also sehr wohl 2000 Fuss mächtige Schichten hier hinab fallen und mit ihrem Ausgehenden die Thalgrundlage bilden. Geht man hiervon aus, so wird man an der jenseitigen Thalwand das Hangende des Dolomits zu suchen haben. Und in der That, wenn man über Brunnenfeld dem Ausgange des Montavon zuwandert, so erreicht man dieses unmittelbar über der Illbrücke an einem Felsenvorsprung mit steil (über 80°) nördlich fallenden, h. 7 (O. 15° S.) streichenden Schichten, welche sich durch eine Unzahl von Versteinerungen als Kössener Schichten erweisen. Sie stehen hier in einer Mächtigkeit an, welche in gar keinem Verhältniss zu dem gewöhnlichen Vorkommen derselben steht. Kalksteine, z. Th. im mächtigen Bänken, herrschen vor; sie sind rauchgrau, bläulich, röthlich, zum Theil kieselig, zum Theil sehr fein krystallinisch; die mergeligen Schichten bleiben untergeordnet. Alle Gesteine führen einen grossen Reichthum an thierischen Resten. Durchschnitte von Zweischalern von 8—9'' Länge sind nicht selten und sehr viele sonst den Kössener Schichten fehlende Versteinerungen; besonders ist in den mergeligen Schichten der breitrippige *Pecten lugdunensis* sehr häufig.

Die Kössener Schichten halten bis zur Brücke von Lorünz an, wo sie von Dolomit unterteuft werden. Die Streichungsrichtung h. 7 bleibt ebenso wie das steile nördliche Einfallen auch weiterhin bestehen und da das Thal der Ill in diesem Theil eine NNW. Richtung hat, so durchschneidet es die Schichten unter einem schiefen Winkel und entblösst ihre Reihenfolge an beiden Thalwänden in überaus schöner Weise. Der Dolomit hält wegen seiner bedeutenden Mächtigkeit lange an. Vor ihm breitet sich eine unendliche kümmerlich bewachsene

Schutthalde aus, die dem ohnehin an seinem Eingang wilden Thal einen traurigen Charakter gibt. Dies ist die *Prazalans*, das historisch merkwürdige Denkmal gewaltiger Bergstürze und Ueberfluthungen, welches nach Herrn Bergmann's Entdeckung die Veranlassung zu dem Namen Montavon gab. Den Grund dieser auffallenden Zerstörung erkennt man leicht in den hier sehr mächtigen gypsführenden und überdies fast senkrecht stehenden Schichten der gelben Rauchwacke der Arlberg-Schichten. Der Fallöer Tobl hat sich tief hinein gewühlt und wenn man an seinen Ausgang über die Trümmerberge hinansteigt, so sieht man eines der grossartigsten Beispiele des Einflusses der Schichtenstellung auf die Physiognomik einer Gegend, da gerade die Rauchwacke sich wo sie söhlig liegt, durch ihre fruchtbaren Alpen auszeichnet. Der Gyps im Fallöer Tobl ist theils Alabaster, theils sandig schieferig. Es kommen auch die braunen Keuper-sandsteine der Raibler Schichten hier vor.

Bezeichnet man diese Schichten als das oberste Triasglied mit 1, so folgen nach Süden im Liegenden:

2. Poröser fester schwarzer Kalkstein, wie im Galgentobl. Eine Sandsteinbank ist ihm eingelagert, 50 Fuss.

3. Weisslichgraue himssteinartige Rauchwacke, zu Grus zerfallend, 30 Fuss.

4. Grauer Kalkstein und Dolomit, stellenweise mit mergelig-schieferigen Einlagerungen.

Die Mächtigkeit von 2—4 beträgt 5—600 Fuss, man erkennt in ihnen leicht das gewöhnliche Vorarlbergische Aequivalent des Hallstätter Kalks, die Arlberg-Kalke. Am Nordabhang des Gravistobels findet in sehr ausgezeichnete Weise die stets vorkommende Wechsellagerung der tiefsten porösen Kalke mit Mergeln statt, bis diese als

5. Partnachmergel allein herrschen. Sie führen sehr sparsam *Bactrilium Schmidti Heer*. Dem sanften Gehänge dieser Mergel folgt bald ein langer, aus dem Abhang heraus quer gegen die Ill ziehender Rücken von

6. *Virgloria*-Kalk. Er ist mächtig entwickelt.

7. Mergel. Dieses selten beobachtbare Glied steht hier mit seinen Schichtenköpfen an, ist aber fast überall mit Rasen bedeckt. Man sieht sie wie überhaupt das gesammte Profil am deutlichsten, wenn man den Fussweg von Sanct Antoni nach Sanct Bartholomäusberg einschlägt, da er über alle Schichtenköpfe quer hinwegführt.

8. *Verrucano*. Diese Formation ist hier ungemein reichhaltig entwickelt; die Schichten sind die unmittelbare Fortsetzung der früher aus dem Rellthal beschriebenen und zeigen dieselbe Mannigfaltigkeit wie dort; doch hindert die Rasendecke die Beobachtung der Aufeinanderfolge. Die ersten unter derselben zu Tage tretenden Gesteine sind weisse Quarzitschiefer; ihnen folgt ein rother grobkörniger echter *Verrucano* mit vielen Quarzbrocken, dann ein rother Quarzsandstein, grauer schuppiger Glimmerschiefer, endlich ein sehr glimmeriger rother thoniger Schiefer mit wulstigen Schichtenflächen. Weiterhin ist nur noch

Glimmerschiefer zu beobachten. Anfangs noch schuppig und zuweilen röthlich gefärbt, später mit allen Eigenschaften des Gesteins der Centralkette. Auf ihm liegt die Kirche von St. Bartholomäusberg, von wo aus man Schruns bald erreicht.

Das Profil Bludenz-Schruns lässt also eine doppelte Faltung des gesammten Schichtsystems erkennen, eine wellige Aufbiegung bei Bludenz und eine Erhebung desselben gegen die krystallinischen Schiefer.

Der Verfolg des Profils nach Westen über die Ill lehrt ein eigenenthümliches Verhältniss kennen. Im Allgemeinen entspricht sich nämlich die

Schichtenstellung an beiden Gehängen; allein die einzelnen Formationsglieder lassen sich nur im Süden (bei Vandans und St. Antoni) unmittelbar über dem Fluss verfolgen; weiter gegen Norden trifft man am Westabhang ältere Formationen als am Ostabhang.

So z. B. sucht man die Kössener Schichten von Lorünz und Brunnenfeld jenseits umsonst; es erscheinen (s. Prof. VI) nur Dolomit mit seinem Liegenden und erst weiter in Westen in viel grösserer Höhe lagern ihm die Kössener Schichten auf.

Das Illthal von Vandans bis Ludesch bezeichnet somit eine Verwerfungsspalte, welche schiefwinklig gegen das Streichen der Hebungswellen, rechtwinklig zur Höhenlinie Gafalina-Gaffaljoch gerichtet ist. Die Verschiebung fand in senkrechter Richtung statt, so zwar, dass der östliche Theil gegen den westlichen gesenkt wurde und jüngere Schichten in gleiches Niveau mit älteren von jenseits brachte. Bei Schruns war wahrscheinlich der Betrag der Verwerfung Null, vielleicht auch noch bei Vandans, nach Norden nimmt er in der Richtung der Spalte mehr und mehr zu.

Dieser Umstand ist es vorzüglich, welcher dazu berechtigt, das Rhätikongebiet als ein selbstständiges aufzufassen; es ist nicht nur durch die complicirten Verhältnisse in seinem Bau ausgezeichnet und nicht nur durch das grösste Querthal von dem übrigen Trias-Lias-Gebiet getrennt, sondern durch die einzige die ganze Zone quer durchsetzende Verwerfungsspalte. Alle kleinen Hebungen und Aufbiegungen, welche aus dem Rhätikongebiet bis an die Verwerfungsspalte herantreten, sind in dem zuletzt verfolgten Profil noch zu erkennen, aber in veränderter Weise. Interessant ist in dieser Beziehung die kleine scharfe wellige Aufbiegung bei Bürs (1. Abtheilung Fig. 11—15) welche östlich der Ill in den Sattel von Rungelin fortsetzt. Da aber die Antiklinallinie bei Bürs nach Osten ansteigt, so müsste eigentlich der Sattel von Rungelin in weit höherem Niveau erscheinen; die Verwerfungsspalte drückt ihn herab.

Verfolg des Profils Bludenz-Schruns nach Osten. Die Grenze der krystallinischen Schiefer zieht sich von Gantschier (zwischen Schruns und Vandans) nördlich von Bartholomäusberg und Kristberg vorüber nach Wald im Klosterthal; sie streicht Stunde 5 (O. 15° N.). Da nun die Schichten des Profils Stunde 7 (O. 15° S.) streichen, so keilen sie sich, eine nach der andern an den Schiefen aus und im Klosterthal ist bereits die gesammte Welle I1 verschwunden. Den sichersten Anhalt zum Verfolg gibt die Rauchwacke des Fal-löer Tobels, welche auf der Höhe des Gebirges Alpen trägt und durch den Tobl oberhalb Dalaas quer hindurchzieht, um gleich darauf zu verschwinden. Die Höhe des Schwarzhorngebirges scheint von Algäu-Schichten gebildet zu werden, welche den Kössener Schichten von Davenna und Lorünz auflagern und wahrscheinlich die Latonser Alp tragen. Zahlreiche Bruchstücke jener höheren Lias-Glieder, welche von Bächen herabgeführt werden, nöthigen zu dieser Annahme.

#### Das Klosterthal.

Das Thal der Aflenz oder das Klosterthal zieht in ostwestlicher Richtung vom Arlberg herab und erreicht die Ill nach vier Meilen langer Erstreckung, in der es stets unsere Hebungswelle I südlich begrenzt und von den krystallinischen Schiefen scheidet.

Dieser Umstand bedingt seinen Charakter; denn da von der genannten Hebungswelle, wie erwähnt, meist nur der nördliche Theil vorhanden ist und dort wo die Antiklinallinie die höchste Erhebung bezeichnen sollte, ein steiler Absturz

das gesammte Schichtensystem abschneidet, so tritt das Thal unmittelbar an diesen Absturz heran, der sich schroff aus seiner Sohle erhebt und die Dolomitzköpfe trägt. Jeder Aufsteig an irgend einer Stelle dieser Wände entblösst das schönste Profil der Trias-Schichten und des Dolomits und geht man noch weiter nach Norden vor, so erreicht man fast überall auch die jüngeren Lias-Glieder in muldenförmiger Einlagerung. Dieses ausgezeichnete Verhalten findet von Bludenz bis zum Arlberg statt und ist nur stellenweise ein wenig modificirt, indem sich auch der Rücken der Hebungswelle geltend macht, wie die Profile VII bis XII zeigen. In allen Theilen des Gebietes, welches wir jetzt betrachten, steigen wir aus dem Klosterthal auf. Wir wenden uns daher zunächst zu dessen nördlicher Vorlage, um dann allmählig bis zu der Grenze des Trias-Lias-Gebietes gegen den Flysch vorzuschreiten und theilen das Ganze in folgende Abschnitte:

1. Bludenz-Ludesch-Alpilla-Rothwand-Bratz.
2. Dalaas-Formarin-Schafberg-Spullers-Klösterle.
3. Stuben-Arlberg-Grabach-Zürss.
4. Oberstes Lechgebiet (Zug, Am Lech, Stubenbach), Grubspitz, Gypsitobl.
5. Walser Thal, südliches Gebiet.
6. Walser Thal, nördliches Gebiet (Zitterklapfen, Künzle-Spitz).
7. Thal Mittelberg und Widderstein.
8. Gegend von Schröcken, Hoch-Krumbach und Warth.

#### Bludenz, Ludesch, Alpilla, Rothwand, Bratz.

Auf dem Weg von Bludenz in den Galgentobl geht man bis Obdorf an einem Abhang hin, der das nördlich fallende Triassystem gegen West abschneidet. Hat man daher die kleine Terrasse von Virgloria-Kalk überschritten, welche das Schloss von Bludenz trägt, so folgen Partnach-Schichten, Arlberg-Kalk und bei Obdorf Rauchwacke, welche den Abhang in grosser Ausdehnung bildet. Die Rauchwacke biegt aber plötzlich muldenförmig um und mit dem Eintritt in den Galgentobl erreicht man ihr Liegendes, die Arlberg-Kalke, abermals und verfolgt beim weiteren Anstieg deren südöstlich fallende Schichtenreihe nach abwärts. Steigt man dann über Bratz hinauf gegen den Hoch-Frassen, so sieht man bald das System zum zweiten Mal, jetzt zum nordwestlichen Falle, umbiegen, es folgt noch einmal Rauchwacke, welche die Häuser „Muttersberg“ trägt, und darüber nordwestlich fallender Dolomit. Diese gewölbartige Biegung beobachtet man noch besser an dem Weg von Obdorf nach Nüziders und um den hangenden Stein nach Ludesch. Es folgt hier der Reihe nach: Rauchwacke der Raibler Schichten (Obdorf), Arlberg-Kalk (Galgentobl, Vorder-Latz, Ofers, Nüziders, Schloss Sonnenberg), Partnachmergel, Virgloria-Kalk (nur ein kleines aber gut aufgeschlossenes Gewölbe kommt zum Vorschein), Partnachmergel, Arlberg-Kalk, Rauchwacke (trägt in der Höhe Hinter-Latz), Dolomit, der den „hangenden Stein“ bildet. So heisst der Vorsprung eines Armes des Hoch-Frassen gegen die Ill. Am Dolomit hin erreicht man Ludesch und damit Flysch, welcher den Dolomit unterteuft. Weiter hinauf gegen den Ludescher Berg schieben sich zwischen Beide noch Algäu-Schichten ein.

Der hohe Frassen, ein vorzüglich schöner und geognostisch interessanter Aussichtspunkt, besteht in seinem obersten Theil aus Dolomit, welcher jenes tiefere Gewölbe bedeckt und daher selbst ein mächtiges Gewölbe bildet.

Er hat schroffe Schluchten, steile Wände und sanfte steinige gerundete Gehänge, die mit Knieholz bewachsen sind. Mit diesen Formen zieht die Bergmasse südwestlich hinab nach dem hangenden Stein, südöstlich setzt sie fort

in der Heisspitz, während sie nach Norden steil auf ein sanfteres Land abfällt, das eine andere Gebirgsart andeutet. Man erreicht sie nach kurzem Abstieg von der Höhe gegen Raggall; es sind Lias-Fleckenmergel mit Adnether Kalk und allem Zugehörigen und dieser Lias ruht seinerseits wieder auf Flysch, welcher das Dorf Raggall trägt. Dieses abnorme Lagerungsverhältniss gleicht dem, welches wir so häufig im südwestlichen Theil des Rhätikon trafen. Eine Anlagerung findet durchaus nicht statt; denn die Wand des Hoch-Frassen besteht aus steil abgeschnittenen horizontalen Schichtenköpfen. Diese Grenze zwischen Algäu-Schichten und Flysch ist bei Raggall durch die Wälder der ersteren und die Felder und Wiesen des Flysches bezeichnet.

Von Raggall über Maroul nach Lagutz geht man stets unweit der Auflagerungslinie des Dolomites auf den Algäu-Schichten, an den Abhängen des Marouler Thales. Letzteres ist in seiner oberen Strecke ein Längsthal zwischen Alpilla (N) und Gamsfreiheit (S) und wendet sich dann zum fast rechtwinkligen Durchbruch des nach Stunde ö streichenden, steil südlich fallenden Flysches. Hier bildet es als Querthal eine tiefe Schlucht mit steilen buchenbewachsenen Wänden, durch welche der Weg von Raggall nach Maroul führt. Beide Dörfer liegen in ihrer ganzen Erstreckung im Gebiet des eocenen Flysches, der hier eine weite Biegung nach Süden macht und bis zur Wendung des Thales gegenüber der Mündung des Ell-Tobls anhält. Es folgen Algäu-Schichten, wie oberhalb Raggall. Zwischen Maroul und Garfüllen treten sie Anfangs als flyschähnlicher Mergelschiefer auf mit einzelnen Fleckenmergel-Schichten; dann erscheinen sie an den Abhängen gegen die Alpilla hinauf plötzlich in ihrer ganzen Mannigfaltigkeit mit den Wänden des hornsteinführenden Kalkes, den knolligen rothen Adnether Kalken, dem blutrothen Hornstein u. s. w.

Um den Schichtenverband zu verstehen, in welchem diese jüngeren Liasglieder zu den das Marouler Thal einschliessenden Dolomiten stehen, verfolgen wir das Profil aus dem Klosterthal über die Gamsfreiheit und quer über das Marouler Thal nach der Alpilla. Das letzt genannte Thal ist wie erwähnt ein Längsthal, parallel dem Klosterthale; zwischen beiden zieht ein breites Dolomitgebirge hin, welches in das Klosterthal mit den vielgenannten Triasschichten abstürzt und unserer Hebungswelle I angehört. Dieser Dolomit überlagert die Algäu-Schichten des Marouler Thales ebenso wie er es weiter westlich am Hoch-Frassen thut; in der Mitte der südlichen Thalwand verläuft die Auflagerungslinie. Man könnte versucht sein dies durch eine überstürzte Welle zu erklären; allein es schiebt sich zwischen beiderlei Schichten noch Rauchwacke der Raibler Schichten und somit ist nur die Annahme einer Ueberschiebung längs der Linie von Ludesch bis zum oberen Marouler Thal möglich, eine Ueberschiebung von Dolomit, zum Theil mit seinem Liegenden, auf die jüngsten Liasglieder.

So klar dieser Schichtenverband nach Süden, so unklar ist das Verhältniss zum Dolomit der Alpilla. Als ein kleiner ostwestlich streichender, isolirter Kamm mit schroffen, wilden Formen erhebt er sich mitten aus den umgebenden Algäu-Schichten. Besonders aber wird die Interpretation durch ein mächtiges Gypslager erschwert, welches auf halbem Wege zwischen Garfüllen und Lagutz unter den zerrissenen Schutthalden von Dolomit zu Tage kommt und wahrscheinlich als Vertreter der Raibler Schichten den Dolomit der Alpilla unterteuft. Der Gyps bildet dünne Zwischenschichten in dunklen dünnschiefrigen Mergeln. Bald darauf führt der Weg über Dachsteinkalk und Adnether Kalk nach Lagutz, einer schönen Alpe von 11 Sennhütten. Sie liegt in einem mit fruchtbarem Boden erfüllten Kessel in Dachsteinkalk, der hier von bedeutender Mächtigkeit ist

unmittelbar am Fuss des Rothorns, hinter welchem sich die hohe Gebirgsmasse der Rothwand erhebt.

Die **Rothwand** ist ein mächtiger Gebirgsstock, der aus einem vielfach gewundenen Complexe von Algäu-Schichten, Adnether und Dachstein-Kalk besteht. Besonders erreichen die rothen Adnether Kalke eine bedeutende Mächtigkeit; sie geben der Gipfelmasse, von der sich nach Osten ein Gletscher hinabzieht, eine intensive Färbung und der gesammten Gebirgsmasse den Namen. Der Hutler Bach und der Marouler Bach trennen mit ihren tiefen Thälern die Rothwand von den angrenzenden Dolomitgebirgen. Die Regelmässigkeit der letzteren steht in auffallendem Contrast zu der chaotisch in sich zusammengewundenen Masse der Algäu-Schichten; nur das mächtige Flöz des Dachsteinkalkes mit den stets begleitenden rothen Adnether Kalken vermag einen Anhalt zur Beurtheilung der Art dieser Störungen zu geben. Die beistehende Figur stellt den Theil einer Wand am östlichen Abhang gegen den Ursprung des Hutler Baches dar.

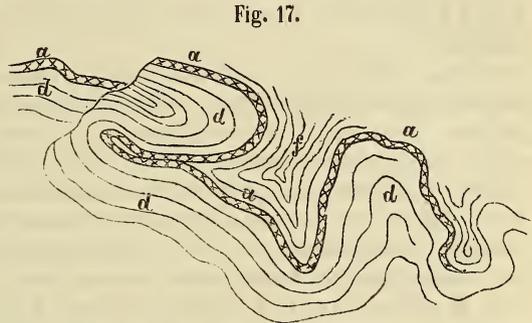


Fig. 17.  
Schichtenkrümmungen des Dachsteinkalkes und Adnether Kalkes am Ostabhange der Rothwand.

*d* Dachsteinkalk; *a* Adnether Kalk; *f* Fleckenmergel der Algäu-Schichten.

Betrachten wir hier nur den südwestlichen Theil unseres Gebirges, welchen man am Weg von Lagutz nach dem Formarin-See durchschneidet, um den nordwestlichen im Zusammenhang mit dem Walser Thal zu erörtern, so sieht man die grosse Masse der oberen Liasschichten auf einer Dachsteinkalkbank aufliegen, welche von Lagutz nach dem Formarin-See und an dessen nördlichem Ufer vorüberzieht. Dieser Kalk ist hier sehr reich an Korallenstöcken und bildet mit seinen reichhaltigen zerklüfteten Massen zuweilen eine kleine Vorstufe zu dem höheren Gebirge der Fleckenmergel. Sie bleibt längs des Weges zur Linken; dieser selbst aber führt am Grunde des kleinen Hochthales in Kössener Schichten, welche durch ihre nicht unbedeutende Mächtigkeit für den Alpnutzen mitten in diesen sterilen Dolomitgebirgen von grosser Wichtigkeit werden. Sie sind hier mergelig und ungemein versteinungsreich und bilden die Einsattelung, über welche der Uebergang von Lagutz nach dem Formarin-See führt.

Ueberblicken wir das kleine Gebiet nochmals in seinem allgemeinen Bau, so zeigt es eine von Bludenz bis Dalaas sich erstreckende Mauer von nördlich fallenden Triasgesteinen, welche das Dolomitgebirge: Hoch-Frassen, Gaisspitz, Katzenkopf, Stierkopf, Gamsfreiheit, Pitschiköpfe, Rogelskopf, tragen. Vom westlichen Theil (Ludesch bis Lagutz) erhebt sich der Dolomit muldenförmig und ist auf Algäu-Schichten übergeschoben, wogegen im östlichen Theil der Dolomit sich senkt und jüngere Liasgesteine, mit ihnen die ganze Masse der Rothwand, trägt.

Dalaas, Formarin, Schafberg, Spullers, Klösterle. (Profile IX, X.)

Das obere Lechthal von seiner Quelle bis Am Lech ist dem Klosterthal ungefähr parallel. Beide Thäler sind Aufbruchsspalten; da nun beide von gleichen

Formationen gebildet werden, so muss die Lagerung der Gebirgsmasse zwischen beiden Thälern muldenförmig sein. In der That finden wir hier eine langgestreckte aus I N und II S bestehende Mulde, welche in einzelnen Theilen überaus deutlich ist, während an anderen Stellen schwierigere Verhältnisse auftreten, welche sich aber durch Modificationen der muldenförmigen Biegung leicht erklären; meist bieten ausgezeichnete Querdurchschnitte Gelegenheit, dies unmittelbar zu beobachten. Verfolgen wir die einzelnen Quer-Profile:

1. Von Dalaas durch den Höllentobl nach dem Saladina-Kopf (Prof. IX). Dieses Profil ist so klar, dass es kaum einer Erläuterung bedarf.

Das Thal weicht hier ein wenig von der Antiklinallinie am Grunde der Aufbruchsspalte gegen Süden ab, somit wird am Fuss der Saladiner-Wand ein grosser Theil der Welle entblösst und Verrucano kommt zum Vorschein. Ein wenig weiter östlich hingegen (bei Wald) tritt die Thalsohle unmittelbar an die Arlberg-Schichten heran; die Welle ist somit verschwunden und erscheint erst wieder bei Klösterle, während sie gegen Westen sehr allmählig, erst bei Bratz vollständig, verschwindet, um bald darauf bei Rungelin wieder zu erscheinen. Nur um wenige hundert Schritt westlich von dem eben betrachteten ist das 2. Profil von Dalaas durch den Gantecker Tobl nach den Formarin-See, welches zwar im Wesentlichen dem vorigen gleich ist, aber wegen seines vortrefflichen Aufschlusses an den Wänden des Tobls besondere Beachtung verdient.

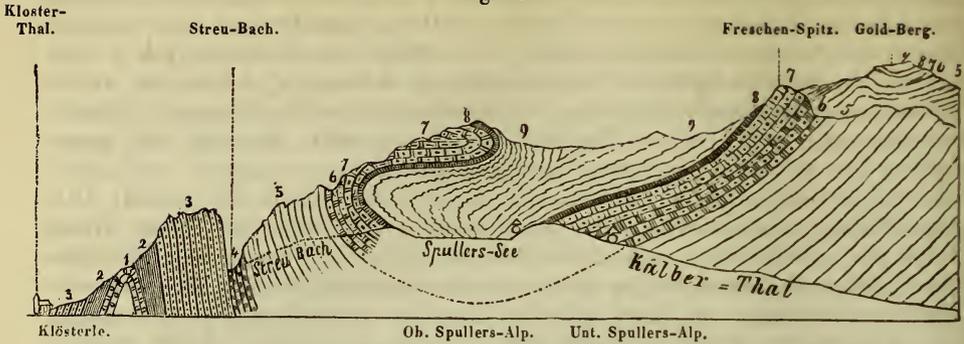
Der Gantecker Tobl mündet in die Thalsohle bei Ganteck unweit Dalaas. Die Strasse tritt unmittelbar an die Oeffnung der Schlucht heran, wo steil südlich fallende Platten von Virgloria-Kalk entblösst sind. Der Weg von Dalaas nach den höheren Theilen des Tobls trifft diese Schichten in weit bedeutenderer Höhe, nachdem er schon Dolomit, Raibler, Arlberg- und Partnach-Schichten durchkreuzt hat. Dann folgt das Liegende in Gestalt jener Mergel, welche im Höllentobl die Virgloria-Schichten vom Verrucano trennen. Letzterer wird im Gantecker Tobl nicht sichtbar, sondern man sieht nun eine deutliche gewölbartige Umbiegung, die Fortsetzung derjenigen am Ausgang des Höllentobls. Auch gegenüber an der westlichen Thalwand kann man diese Umbiegung beobachten; von nun an fallen alle Schichten nördlich und man erreicht mehr und mehr die höheren Niveau's. Auf die glatten Virgloriakalke folgen Partnachmergel mit 120 Fuss und Arlbergkalke mit 500 Fuss Mächtigkeit. Letztere beginnen mit stark porösen, festen Gesteinen, die nach oben heller (gelbgrau und rauchgrau), stark kieselig und splittrig, dünn geschichtet, zum Theil dolomitisch werden. Es folgt schwarzer weissadrigter Kalk, endlich jene unvollkommen schiefrigen, mergeligen schwarzen Schichten, welche auch im Galgentobl auftreten. — Die Raibler Schichten beginnen mit dünngeschichtetem dunkelbraunem Sandstein mit Pflanzenspuren; dann folgt gelbe Rauchwacke, aber kein Gyps. Wie gewöhnlich ist jederseits in die Rauchwacke ein kleiner Bach eingeschnitten; sie bildet Einsenkungen und trägt schöne Alpen, theils im Grunde des Thales, theils über den Gehängen (Heu-Alp). Endlich folgt der Dolomit und man geht in seinem Gebiete zwischen Saladina- und Rogelskopf fort bis zum Formarin-See. Dieser einsame Hochalpensee liegt in einem Kessel ohne oberflächlichen Abfluss und ist durch drei Riegel von drei Thälern getrennt, dem Marouler, Gantecker und dem oberen Lech-Thal. Der Dolomit geht fast genau bis an den See. Kössener Schichten und Dachsteinkalk, welche den See durchziehen, sind ihm aufgelagert, aber machen jenseits sogleich wieder dem Dolomit des oberen Lechgebietes Platz. Die Mulde trägt daher nur diese zwei untergeordneten Liasglieder. Erst gegen Osten entwickelt sich die Mulde mehr und mehr. Der Dolomit steigt am Südgehänge des oberen Lechthales mit süd-

lichem Fallen hoch hinan und man sieht ihm in der Höhe einen dunklen Streifen von Kössener Schichten, einen hellgrauen von Dachsteinkalken und einen intensiv rothen von Adnether Kalken aufgelagert. Dann folgen die Fleckenmergel, welche einige der höchsten Spitzen (Obere Schützberg und andere) bilden und weiter südlich, abermals durch Dachstein- und Kössener Schichten getrennt, Dolomit, welcher noch immer in der Massenbildung vorherrscht. So zieht das ganze System fort und trägt den Spiegel des Spullers-Sees.

3. Profil von Klösterle über den Spullers-See und den Schafberg nach Aelpele im Lechthal. — An der oft erwähnten Triaswand der Arlbergstrasse waren bei Dalaas die Schichten wenig geneigt, bei Klösterle und östlich davon stehen sie fast senkrecht, daher jetzt das Thal einen weit anderen Charakter hat. Zwei enge Spalthäler durchschneiden rechtwinklig (N-S) die steilen Schichten, biegen aber in ihrem oberen Theil in der weichen Rauchwacke plötzlich um und lösen sich in tiefe unzugängliche ostwestliche Schluchten auf, welche sich von beiden Seiten her fast vereinigen. Es wird mithin eine grosse Bergmasse aus Arlbergkalken von den Tobln umfasst und isolirt. Durch beide Spalten, den Streu-Tobl und den Welli-Tobl kann man nach Spullers aufsteigen; durch beide gelangt man hinter die isolirte Bergmasse auf die kleine Wasserscheide und steigt in einer mittleren Spalte im Dolomit nach dem Spullers-See auf. Dies kleine Thalsystem hat die Form einer Wage, deren Wagebalken in der ostwestlich streichenden Rauchwacke liegt, während man an der mittleren Axe nach Spullers hinansteigt. Der Weg ist durch beide Tobl gleich interessant. In beiden beginnt man den Aufstieg in Partnachmergelu, welche Virgloria-Kalk überwölben, also an der h.  $5\frac{1}{2}$  streichenden Antiklinallinie der Hebungswelle. Bei beiden folgt nach sanften Gehängen dieser Schichten die schroffe Schlucht in den senkrecht stehenden Kalken, bei beiden endlich die Rauchwacke der Raibler Schichten in sehr bedeutender Mächtigkeit. Hat man den Dolomit überwunden, so folgt ein kleiner sanfter Thalkessel von Kössener Schichten und ein quer gegen das Thal sich ziehender Riegel von Dachsteinkalk und Adnether Kalk; starke frische Quellen, welche aus seinen Spalten hervorsprudeln, verkünden den nahen See, der sich jenseits des Rückens ausbreitet. Der überaus anmuthige und liebliche Thalkessel verdankt seinen zauberischen Reiz der Grossartigkeit der umgebenden Gebirgsmassen. Ehe wir diese näher betrachten, überschreiten wir die Niederung. Alles besteht wesentlich aus Algäu-Schichten. Ein Riegel aus Dachsteinkalk verschliesst wie im Süden, so auch in Norden den Kessel; hinter ihm öffnet sich das Kälberthal, in welchem nach einigem Wechsel nochmals Dachsteinkalk und Kössener Schichten, beide mit südlichem Fallen, endlich Dolomit folgt, der bis in das Lechthal hinab anhält.

Diess sind die einfachen Verhältnisse dieses überaus schönen und lehrreichen Profils. Allein in den Umgebungen des Spullers-Sees sind noch einige schwierigere Probleme zu lösen. Es fällt bei dem See sogleich die verschiedene Structur der östlich von den westlich begrenzenden Gebirgen auf, um so mehr als das Hauptverhältniss im Grunde des Thaies so einfach und die Gesteine an beiden Ufern gleich sind. Kommt man von Süden so sieht man rechts die ganze jüngere Liasfolge dem Dolomit normal mit nördlichem Fallen aufgelagert, während am westlichen Ufer bei gleicher Streichrichtung das umgekehrte Einfallen stattfindet und die ganze Schichtenfolge verkehrt ist. Eine einfache Ansicht des den See westlich begrenzenden Bergzuges zeigt das beistehende schöne Verhältniss einer Ueberwerfung um ungefähr  $90^\circ + 70^\circ$ . Sie erklärt sich um so leichter, wenn man die senkrechte Stellung der liegenden Schichten in Betracht zieht. Wie hier eine Ueberstürzung von Süden her stattfand und im

Fig. 18.



Profil von Klüsterle nach der westlichen Thalwand des Spullerssee-Kessels.

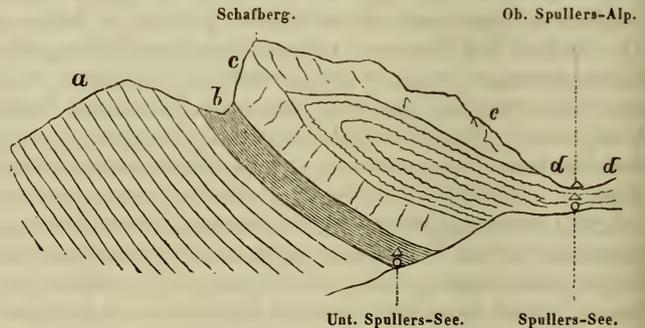
- 1. Virgolia-Kalk. 2. Partnach-Schichten. 3. Arlberg-Kalk. 4. Raibler Schichten. 5. Unterer Dachstein-Dolomit.
- 6. Kössener Schichten. 7. Oberer Dachstein-Kalk. 8. Adnether Kalk. 9. Algäu-Schichten.

Norden die Schichten zwar steil aber doch ungestört dem Dolomit auflagern, so findet am östlichen Ufer des Sees das entgegengesetzte Verhalten statt. An dem durch seine Höhe ausgezeichneten, leicht besteigbaren Schafberg (8461 Fuss) sieht man schon aus der Ferne eine bedeutende Störung, die besonders räthselhaft wird, wenn man an der Spullers-Alp am See Dachsteinkalk anstehen und denselben sich als Riegel vor das Kälberthal legen sieht, während in diesem abwärts nochmals Algäu-Schichten folgen. Allein das Verhältniss löst sich auf äusserst einfache Weise durch eine Ansicht des Schafberges von der Westseite, also in der Streichrichtung.

Es zeigt sich hieraus, dass der Schafberg seine ausserordentliche Höhe wesentlich einer grossartigen Ueberstürzung verdankt. Der ungewöhnlich mächtige Dachsteinkalk schützt ihn dabei vor schneller Zerstörung.

Somit behält die Mulde, welche unser Profil ergab, ihren Charakter vollständig bei und alle Anomalien erklären sich leicht durch einfache Ueberstürzungen von den Rändern her. Jetzt stellen sich auch die Lagerungsverhältnisse im Kälberthal als vollkommen normal heraus, indem die untere Dachsteinkalkpartie des Schafberges weit unter dem oberen Riegel das Thal durchsetzen muss. Die Kössener Schichten sind hier sehr mächtig und vorherrschend durch mergelige Schichten vertreten, welche zu weichem fruchtbaren Boden verwittern und die untere Spullers-Alp im Kälberthal tragen. Westlich ziehen dann die Kössener Schichten nach der Spitze des Goldberges und weiter fort gegen den Formarin-See. Ihr Liegendes ist im Kälberthal Dolomit, welcher hier äusserst

Fig. 19.



Ansicht des Schafberges aus dem Kälberthale (von West).

- a Unterer Dachstein-Dolomit. b Kössener Schichten. c Oberer Dachstein-Kalk.
- d Algäu-Schichten.

mächtig ist und rechts das riesige Gestell des Schafberges bildet. Erst an der Thannläger Alp folgt Rauchwacke, die wir später im oberen Lechthal betrachten.

In ihrer Fortsetzung gegen Osten zeigt die Mulde I N—II S noch mehrfach dergleichen Verhältnisse, wie sie bei Spullers vorkommen.

#### Stuben, Arlberg, Grabach, Zürss.

Wir betreten mit dieser Gegend einen der interessantesten Theile unseres Gebietes, einen Theil, in welchem alle Formationen in vortrefflicher Entwicklung, aber scheinbar unter sehr complicirten Lagerungsverhältnissen vorkommen, welche sich aber mit Hilfe der eben ausgeführten Analysen der Umgebungen der Spullersalp leicht erklären lassen. Das gesammte kleine Gebiet ist ein weiterer östlicherer Theil unserer Mulde I N — II S, die im Norden und Süden von zwei Aufbruchspalten begrenzt wird. Wie bisher so wird auch hier der Gebirgsbau am klarsten, wenn man aus der Tiefe der Spalthäler nach den Rändern der Mulde hinaufsteigt. Wir beschränken uns daher auf die Erörterung einiger Profile, erst von Süden (Klosterthal), dann von Norden (Lechthal) her nach der Höhe zwischen beiden Thälern.

Abhang zwischen Klösterle und Stuben. Bei Wald erheben sich die steil geneigten Arlberg-Schichten unmittelbar aus der Thalsohle; am Ausgang des Streubachs und von hier bis weit östlich von Stuben, stehen sie senkrecht, aber zwischen ihnen und der Thalsohle ziehen sich sanftere Gehänge hinab, welche zum Theil mit Geröll dicht bedeckt und mit Knieholzgestrüpp bewachsen sind. Wilde, tiefe Tobl durchschneiden sie und bringen aus dem Innern des Gebirges stets neue Zufuhr für die Geröll-Lehnen. Nur an wenigen Stellen kommt das bedeckte Gestein zu Tage, theils an vereinzeltten Punkten an der Strasse, theils in verschiedenen Höhen am Abhang hinauf. Von Klösterle bis oberhalb Stuben lässt sich mitten am Abhang ein Zug von Virgloria-Kalk beobachten, dessen Schichten firstartig nach zwei Seiten abfallen; darüber wölben sich Partnachmergel, welche oben fortgewaschen sind und nur noch die Flanken des Firstes bedecken. Als drittes Glied folgen zu beiden Seiten Arlbergkalke, im Norden zu einer hohen Mauer aufsteigend, im Süden einen wenig zu Tage kommenden Zug bildend, der sich an die Mergel lehnt und an der Strasse stellenweise sichtbar ist. Mit ihm endigt zwischen Klösterle und Stuben die Reihe der Sedimentärschichten gegen die südlich angrenzenden krystallinischen Schiefer. Das Gewölbe der Triasgebilde lässt sich an dem Abhang nordwestlich von Stuben deutlich verfolgen. Weiter hinan folgt der Zug der gelben Rauchwacke (Raibler Schichten) und darüber der Dolomit, welcher den Arzberg und Roggler Spitz bildet, dann aber von den Algäu-Schichten des Gfäll-Kopfes bedeckt wird (siehe Profil XI).

Profil von Stuben nach Zürss. — Herr Escher v. d. Linth hat bereits das ausgezeichnete Profil zwischen Stuben und Zürss beschrieben <sup>1)</sup> und schloss auf das Vorhandensein einer Wölbung. Dieselbe lässt sich in der That sowohl durch die Wiederholung der gleichen Schichten als auch durch unmittelbare Beobachtung an den Virgloria-Kalken nachweisen und ist die Fortsetzung der Welle zwischen Klösterle und Stuben, wie die Parallelprofile Fig. 23, 22 erweisen. Bei Stuben selbst befindet man sich in den dolomitischen Arlberg-

<sup>1)</sup> Vorarlberg. Seite 76, Beilage 8, siehe auch Taf. IX, Prof. III.

Kalken (2, 3, 4 z. Th. des Escher'schen Profiles), darauf wiederholen sich zweimal die Partnachmergel (4 z. Th., 5), welche das kleine Gewölbe der Virgloria-Kalke einschliessen. Durch Wechsellagerung gehen die Partnachmergel in den nördlich fallenden Theil der Arlberg-Kalke über. Dieselben stehen fast senkrecht und bilden sehr eigenthümlich gestaltete Berge mit Hahnenkamm ähnlichem Profil. Wie die Blätter eines halbgeöffneten Buches ragen die festeren Kalkschichten schneidig in die Luft und sind durch tiefe Auswitterungen der mergeligen Schichten von einander getrennt. Ein neuer in den Fels gehauener Saunweg windet sich zur Seite des wild herabstürzenden Wassers in dem Kalk hinan und erlaubt dies Gestein hier genau zu beobachten. Es ist stellenweise porös wie ein Schwamm, in einem so hohen Grade, wie ich es an keinem andern Ort beobachtete, äusserst bituminös, reich an mergeligen Zwischenschichten und grossentheils stark dolomitisch. Herr Escher fand in einigen Schichten gediegenen Schwefel. Erst wenn man die bedeutende Höhe des steilen Anstieges überwunden hat, gelangt man an den quer durchsetzenden Zug von gelber Rauchwacke der Raibler Schichten, die hier mit viel braunem Sandstein wechsellagert. Der Dolomit ist an dieser Stelle nicht sehr mächtig. Um so mehr ist dies mit dem durch die Kössener Schichten getrennten Dachsteinkalk der Fall, welcher sich in der Tiefe des Passes unmittelbar mit dem von jenseits herübergreifenden verbindet und Zürss allseitig umgibt. Die Adnether Kalke lagern rechts und links auf und steigen zum Trittkopf und Gfällkopf an.

Abhang zwischen Stuben und dem Arlberg. Die Lagerungsverhältnisse bleiben im Wesentlichen dieselben wie zwischen Klösterle und Stuben; doch steigt das ganze Triassystem gegen Süden noch einmal an, wie die Parallelprofile (20, 21, 22, 23) zeigen:

Diese Profile erklären sich selbst; sie zeigen auch den Grund der ungewöhnlichen Mächtigkeit der Arlbergkalke am Schindler-Spitz, der auch zuweilen den Namen des Arlbergspitzes führt und die Veranlassung zur Benennung unserer Arlbergkalke gab. Sie erklären zugleich die Vollständigkeit der Entwicklung des Profils längs der Höhenlinie der Wasserscheide vom Valluger Spitz nach dem Berg oberhalb St. Christoph, wo der Verrucano in bedeutender Entwicklung auftritt.

Wir schliessen hiermit die Reihe der Profile des Klosterthales, welche sich durch ihre Einfachheit und Regelmässigkeit auszeichnen. Wir werden sie später östlich vom Arlberg im Thal der Rosanna gegen Landeck fortsetzen. Das Arlbergprofil ergibt sich als vermittelndes zwischen den Verhältnissen beider Thäler.

Omes-Horn, Umgebung von Zürss. — Jeder Aufstieg aus der Aufbruchsspalte des Klosterthales führte durch das gesammte Triassystem nach dem Dolomit und den höheren Gliedern des Lias. Jenseits steigt man allenthalben über die umgekehrte Schichtenfolge nach dem Lechthal hinab. Es genügt, dieses Verhalten im Allgemeinen zu erwähnen, da die Specialitäten dort wenig Abwechslung bieten. Das Omes-Horn und der Schwabbrunnen, die Erhebungen zu beiden Seiten des Zürsser Baches bestehen in ihrer grossen Masse aus dem Dolomit der Mulde und spielen für deren nördlichen Theil dieselbe Rolle wie in Arzberg, Roggler Spitz und Valluger Spitz im südlichen Theil. An dem Südabhang beider Berge ist der Dolomit von Kössener Schichten überlagert, die im weiten südlichen Bogen sich in dem fruchtbaren Thalboden von Zürss vereinigen, der ganz aus Kössener Schichten besteht. Die darauf lagernden sehr mächtigen Dachsteinkalke umschliessen mit ihren senkrecht abgebrochenen Mauern den Thalboden und vereinigen sich südlich von demselben. Westlich von Zürss

O S T

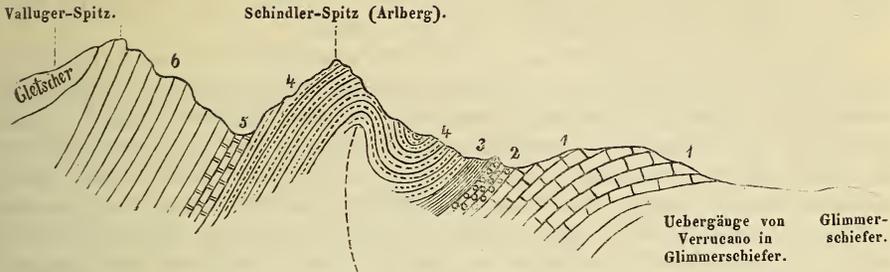


Fig. 20.

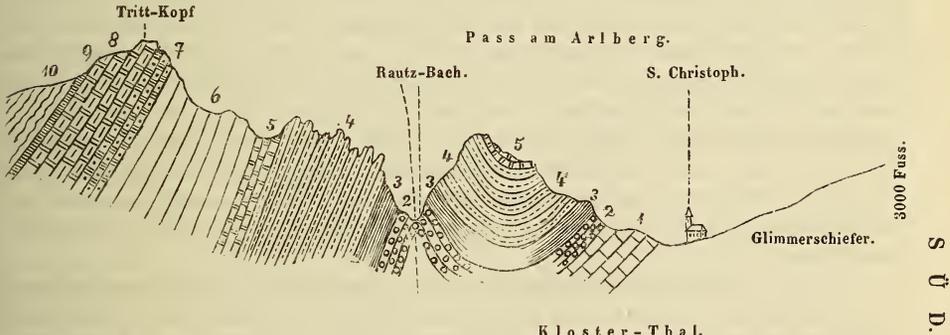


Fig. 21.

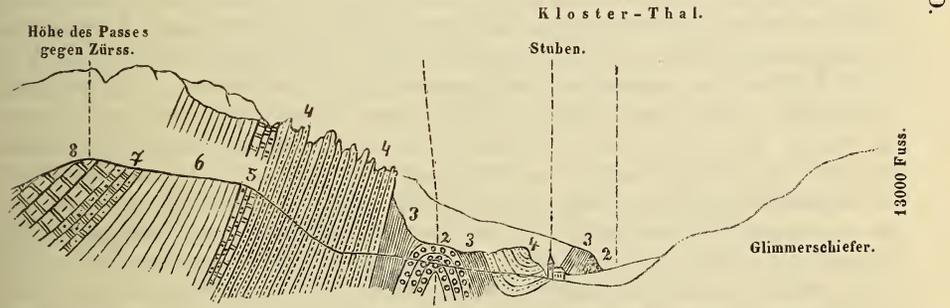


Fig. 22.

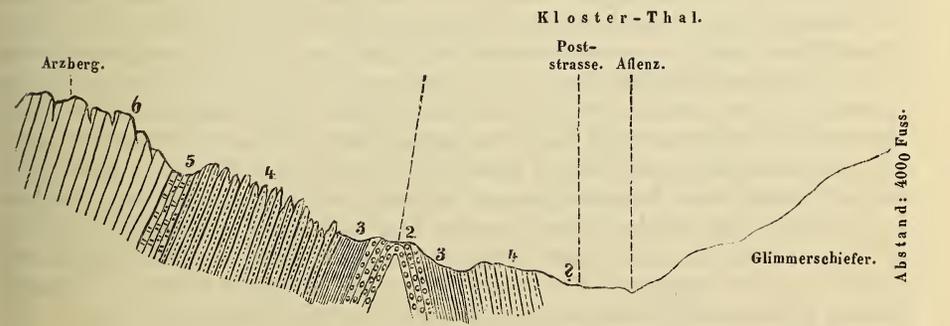


Fig. 23.

W E S T.

Parallel-Profile der Trias-Schichten am Arlberg.

- 1 Verrucano. 2 Virgloria-Kalk. 3 Partnach-Mergel. 4 Arlberg-Kalk. 5 Raibler Schichten. 6 Unterer Dachstein-Dolomit. 7 Kössener Schichten. 8 Oberer Dachstein-Kalk. 9 Adnether Kalk. 10 Algäu-Schichten.

gelangt man dann bald über Adnether Kalk in das Gebiet der Algäu-Schichten, ebenso östlich; allein hier beginnen nun höchst eigenthümliche complicirte Verhältnisse; am besten lassen sie sich verfolgen an dem

Grat zwischen dem Pazieler Bach (westlich) und dem Bockbach, Grabach und Almejurbach (östlich). — Bei Zürss ist, wie aus dem Vorigen hervorgeht, der Bereich der supradolomitischen Liasgesteine der Mulde IN—II S sehr klein; im Thalgrund ist Dachsteinkalk das höchste Gestein. Übersteigt man die östliche Mauer desselben, so liegen ihm zunächst Adnether Kalke auf, dann folgen Liasfleckenmergel. Die Ränder der Mulde treten plötzlich weit auseinander und es entwickeln sich die Algäu-Schichten in ungewöhnlicher Mächtigkeit. Sie bilden die Masse des Trittkopfes und sind in vielen Tobeln entblösst. Einzelne Schichten sind gypsführend. Die Lagerungsverhältnisse scheinen sehr gestört. Diese Schichten werden von dem kleinen Thale des bei Zürss mündenden Pazieler Baches durchbrochen, welcher seine Quellen an einem ungefahr nord-südlichen Grat sammelt. Oestlich entsendet derselbe Grat den Almejurbach, Grabach, und Bockbach. Vom Vallugerkopf bis zum Schwabbrunnen ist der Grat in dem Gebiet der Algäu-Schichten unserer Mulde, dem auch jene drei östlichen Thäler in ihren oberen Thalstrecken angehören. Da begegnet man mitten auf dem Grat und fast in seiner ganzen Erstreckung, der seltsamen Erscheinung, dass Algäu-Schichten der sonst so regelmässigen Mulde älterer Schichten aufgelagert sind.

Escher und Studer fanden bereits vor langer Zeit auf dem Grat und zwar an seiner Ostseite am Ursprung des Grabachthales, Triasversteinerungen, welche auf einige Analogie mit *Set. Cassian* deuteten. Herr v. Hauer und ich besuchten von Stög im Lechthal ausgehend dieselbe Stelle in Begleitung des Herrn Escher v. d. Linth und sammelten eine grosse Menge Petrefacten der Raibler Schichten; doch liess sich unmöglich etwas über die Lagerungsverhältnisse ergründen. Erst eine spätere Untersuchung von Zürss aus zeigte die völlige Identität mit der kurz zuvor am Schafberg (Fig. 19) an demselben Nordrand der Mulde beobachteten Ueberstürzung; doch ist sie hier unendlich grossartiger, da das gesammte Lias- und das Trias-System bis hinab zu den Partnachmergeln daran Theil nehmen. Das auf Tafel II der ersten Abtheilung mitgetheilte Profil (XII) genügt, um die grossartige Ueberstürzung des so mächtigen Systems vollkommen zu erläutern. Steigt man nach dem Pass hinauf, so überschreitet man die verkehrte Schichtenfolge und erreicht die Einsattelung in Partnachschichten. Kommt man aber von jenseits her aus dem Grabachthal so wandert man von den letzten Sennhütten her lange Zeit in Fleckenmergeln und erreicht bei steilerem Anstieg rothen ammonitenreichen Adnether Kalk mit Crinoidenbreccie und darüber eine sehr mächtige Bank von Dachsteinkalk. Kössener Schichten liegen ihr auf und schaffen eine kleine ebene Fläche über der plötzlichen Stufe. Der Dolomit, welcher am Rauhenspitz und Grabacherspitz sehr mächtig ist, fehlt hier in dem Profil und es folgen den Kössener unmittelbar Raibler Schichten mit viel gelber Rauchwacke, aber ohne Gyps, darauf eine Wand von Arlbergkalk und endlich die Partnachmergel des Passes. Nirgends in ganz Vorarlberg treten die Raibler Schichten mit demselben Reichthum an Versteinerungen auf, als hier unter diesen abnormen Verhältnissen.

Die Ueberstürzung am Grabacher Joch lässt sich noch weiter östlich verfolgen, bis später wieder die einfache Muldenform erscheint. Wir werden darauf in einem späteren Abschnitte zurückkommen und schliessen, die Betrachtung des vorarlbergischen Theils der Mulde I N—II S, um uns zu der nördlich begrenzenden Aufbruchsspalte zu wenden.

Oberes Lech-Gebiet (Zug, Am Lech, Stubenbach), Grub-Spitz, Gypsitobl.

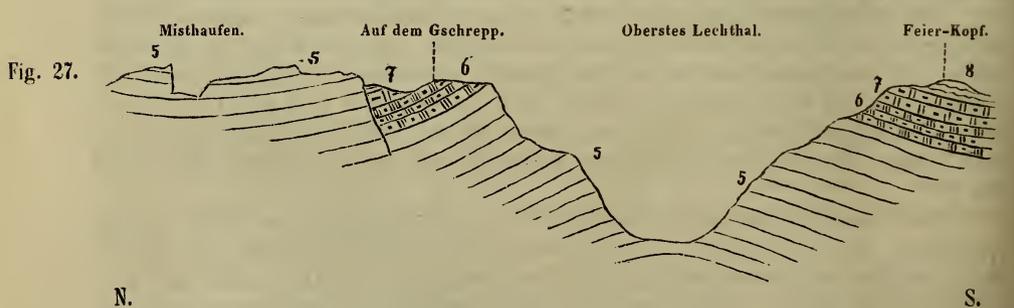
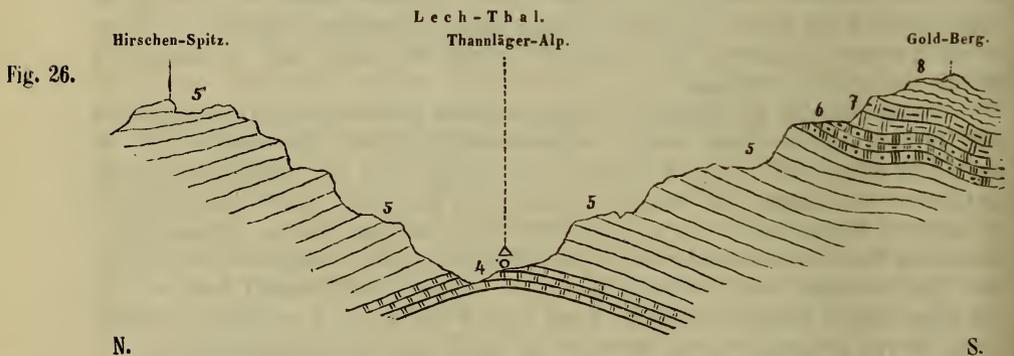
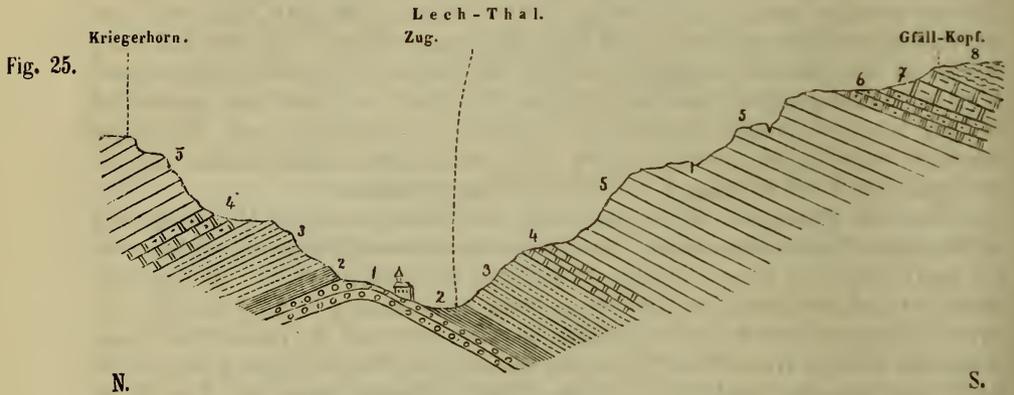
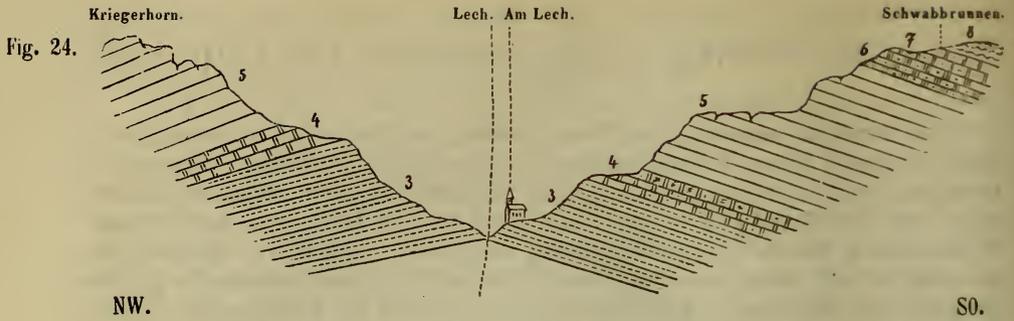
Das Lechthal entspringt am Formarin-See; der Bach aber hat seine Quelle nicht in diesem Wasserbecken, sondern in einem kleinen südlichen Querriss des Gebirges, dessen Ursprung in den Algäu-Schichten der eben verlassenen Mulde liegt. Vom Formarin-See aus bis zu dem kleinen Dorf „Am Lech“ oder Thannberg hat das Thal eine Richtung von WSW. nach ONO., ist also dem Klosterthal nicht genau parallel, dennoch hat es als Aufbruchsspalte die gleiche geognostische Bedeutung. Bei Thannberg trennen sich die Richtung des Flusses und der Hebung. Jener beschreibt über Stubenbach, Warth, Lechleiten, Ellenbogen einen grossen, nach Nord gerichteten Bogen, um dann bei Stög wieder in das alte Hebungssystem und in die genaue Fortsetzung der früheren Richtung einzuspringen. Bei Stög beginnt der Theil, welchen man gewöhnlich als das „obere Lechthal“ bezeichnet, während die Umgebungen von Warth und Am Lech dem allgemeinen Begriff des „Thannberges“ anheim fallen, welcher das Quellgebiet der Bregenzer Ache und des Lech umfasst.

Von der Quelle bis Stubenbach, erhält der Fluss mit seiner Wendung auch weit andere Formationen betritt, erhält der Lech vier Zuflüsse von Süden her aus dem Gebiete der Algäu-Schichten der früher betrachteten Mulde; sie sind: der Kälberbach, welcher vom Spullers-See herabkommt und mit dem Stierlochbach den Schafberg umfasst. Stierloch- und Zürsser Bach umfassen das Omes-Horn. Der letztere mündet bei der Wendung des Thales. Endlich kommt vom Schwabbrunnen der Thalichbach herab. Alle diese Bäche bilden wilde enge Thäler mit steilen Wänden in dem mächtigen Dolomit, in dessen wenig geneigte Schichten sie senkrecht eingesenkt sind; alle erreichen den Thalboden in Triasgesteinen.

Wenn man von den höheren Liasgesteinen am Formarin-See herabkommt und den Dolomit in einem langen unfruchtbaren Hochthal überschritten hat, so stellt sich das erste Triasglied bei der Thannlägeralp ein, gelbe Rauchwacke der Raibler Schichten. Sie durchzieht hier den Thalgrund und bildet auch den fruchtbaren Boden von Aelpele; zur Rechten zieht sie tief am Abhange hin, durch den Zürsser Bach hindurch nach dem Pass zwischen Lechthal und Bockbachthal (am Nordfuss des Westner Berges vorüber). Bald darauf keilt sie sich aus. Zur Linken dagegen steigt sie hoch an und bildet eine Zone um das dolomitische Kriegerhorn, hinter dem wir sie im Gypsitobl wiederfinden.

Der Arlbergkalk bildet seine Wände unter der Rauchwacke; an zwei Stellen, unterhalb Aelpele und bei Am Lech vereinigen sich die Kalke in der Thalsole und schliessen dazwischen den kleinen Aufbruch von Zug ein, wo Partnachmergel und Virgloriakalk anstehen. Bei den Häusern von Am Lech kann man an mehreren Stellen, z. B. an der unteren Brücke, die Arlbergkalke anstehend beobachten. Man erhält somit folgende Parallelprofile des Lechthales, Figuren 24 bis 27.

Geht man von Am Lech abwärts, so gelangt man bald nochmals zu dem Liegenden der Arlbergkalke, zu Partnachmergeln und Virgloriakalk, welche das nun nach Norden gewendete Thal quer durchziehen, sich im Osten sehr bald auskeilen und im Westen nach dem Gypsitobl fortsetzen. Anstatt aber auf Verrucano zu kommen, erreicht man unmittelbar unter dem Virgloriakalk mächtig entwickelte Algäu-Schichten, welche die Häuser von Stubenbach tragen und östlich über die Höhe nach dem Bockbachthal fortsetzen. Es ist also hier ein ähn-



Parallel-Profile am Ursprung des Lech-Thales.

1 Virgloria-Kalk. 2 Partnach-Mergel. 3 Arlbarg-Kalk. 4 Raibler Schichten. 5 Unterer Dachstein-Dolomit.  
6 Kössener Schichten. 7 Oberer Dachstein- und Adnether Kalk. 8 Algäu-Schichten.

liches abnormes Auflagerungsverhältniss, wie es im Rhätikongebiete so überaus häufig zu beobachten ist und wie es bei Raggall und Maroul vorkommt.

Wenden wir uns von diesen speciellen Verhältnissen des Thalbodens zu dem allgemeinen Gebirgsbau, so sehen wir, dass das Thal die Antiklinallinie einer Welle (II) bezeichnet (Profile X, XI, XII), welche nach dem Westner Berg fortsetzt und dass die am Südgehänge südlich fallenden Schichten (II S) sich im Klosterthale wieder erheben. Ebenso bildet der nördlich begleitende Dolomitzug eine flache Mulde, deren Schichten im Misthaufen, Tisner-Gschröf und Gansboden wieder aufsteigen und auf einen parallelen Zug jüngerer Liasgesteine hinaufgeschoben sind. Zum Theile liegt unmittelbar der Dolomit auf den Fleckenmergeln, zum Theile folgt dazwischen Rauchwacke und weitere Glieder der Trias, wie am Kriegerhorn. Das Kriegerhorn ist eine isolirte Kuppe von muldenförmig gelagertem Dolomit, isolirt durch die allseitige Entblössung der liegenden Rauchwacke; im Norden, Osten und Süden stehen auch tiefere Liasglieder an. Die Rauchwacke der Raibler Schichten führt hier viel Gyps, daher „Gypsitobl“ und „Gypsilochbach“. In letzterem stehen die schwarzen schieferigen Partnachmergel an. Die weiter westlich folgenden Gebirge betrachten wir in Verbindung mit dem nächsten Abschnitte.

#### Walser Thal (südliches Gebiet).

Man unterscheidet zwei Walser Thäler; das sogenannte kleine oder das Thal Mittelberg wird von der Breitach durchströmt, ist im östlichen Theile des südlichen Flyschzuges eingesenkt und öffnet sich in das bayerische Algäu. Das grosse oder das eigentliche Walser Thal, dessen Gebiet hier in Betracht kommt, wird vom Lutzbach durchströmt, der am Kleinen Spitz entspringt, und bei Thüringen in das Illthal mündet. Der obere Lauf ist im Trias-Liasgebiet, der Unterlauf im Flysch. Der erstere durchschneidet selbst Algäu-Schichten, über denen im Norden ein mächtiges Gebirge, der Zitterklapfen, aufsteigt, während im Süden eine weite Dolomitwelt sich ausbreitet, welche dem Lutzbach mehrere Zuflüsse zusendet. Sie ist es, welche hier in Betracht kommen soll.

Zwei genau ostwestlich streichende Dolomitzüge setzen dieses wilde Gebirge zusammen. Zwischen ihnen zieht sich eine lange schmale Mulde jüngerer Liasgebilde hin. Der südliche Dolomitzug ist derselbe, welcher den Lech nördlich begleitet und in seinem östlichen Theil selbst eine muldenförmige Lagerung besitzt. Steigt man daher vom Walserthal, z. B. von Rothenbrunn aus, in einem der Querthäler aufwärts, so sind zunächst in der Thalsohle Algäu-Schichten, in denen der Lutzbach eingeschnitten ist, darüber folgt der nördlichere der beiden Dolomitzüge (Feuerstein, Kleine Spitz, Mohnenfluh), in welchem das Bad Rothenbrunn liegt; weiter hinauf folgt die aus Kössener, Dachstein-, Adneth- und Algäu-Schichten gebildete Mulde, welche alle Thäler quer durchsetzt, endlich der zweite südlichere Dolomitzug, der reich ist an wilden Steinfeldern, um welche die höheren gewaltigen Gipfelmassen amphitheatralisch herumziehen. Andere Felsmeere, wie sie sonst dem Dolomit wenig eigen sind, bilden den kessel-förmigen Hintergrund, aus dem unzugängliche Pässe in das oberste Lechgebiet hinüberführen. Diesen Charakter hat vor Allen der gegenüber der Alpe Itzgerney mündende Tobl, welcher aus dem Tisner Gschröf herabkommt, ebenso das obere Rothenbrunner Thal.

Der Hutler Bach, welcher an der Rothwand, nahe am Formarin-See entspringt, zeigt sehr abweichende Verhältnisse an der rechten und linken Thalwand. Die rechte entspricht vollkommen dem benachbarten Rothenbrunner Thal. Kommt

man aus dem obersten Lechthal über das Gschrepp herüber nach der Alpe Glesenze im Thal des Hutler Baches, so steigt man Anfangs hoch hinauf auf die Dolomitwand jenes Aufbruchthales und gelangt auf der Höhe des Passes zu einem furchtbaren Chaos der verschiedensten Schichten. Eine Schlucht ist hier fast eine Viertelstunde lang in gleichbleibender Höhe zwischen Dolomitwände eingesenkt; Alles von der Rauchwacke an bis zu den Fleckenmergeln ist wirt durcheinander geworfen und man begegnet bald der einen, bald der anderen Formation. Die höchste Höhe des Baches wird von den Hornsteinen der Algäu-Schichten gebildet, mit denen hier reiche Eisen- und Manganerze verbunden sind. Tritt man endlich aus der hohlen Gasse des Passes heraus, so steht man an dem Abgrund einer tiefen Spalte, in welcher der Hutler Bach fließt und jenseits der Spalte ist der Osthang der Rothwand (Fig. 17) prächtvoll entblösst. Die Schichtensysteme sind an ihr ungemein stark durcheinander gewunden, allein man kann die Störungen wegen des kolossalen entblösten Durchschnitts an ihr genau verfolgen und sich dadurch auch den raschen Wechsel verschiedener Formationen in dem erwähnten Engpass auf dem Gschrepp erklären. Wie klein der Raum ist, auf welchen die Störungen beschränkt waren, von denen die ganze Gebirgsmasse der Rothwand zeugt, beweist ebenso die Umgebung des Formarin-Sees, als hier der gleichförmige Schichtenbau des dolomitischen „Misthaufen“, der sich im Osten in grossartiger Erhabenheit über jenen wirren Complex erhebt. — Geht man abwärts nach Glesenze, so gelangt man abwechselnd über Dolomit und Algäu-Schichten, endlich kurz vor der Alpe über eine mächtige Masse von Rauchwacke. Erst bei Glesenze treten die Algäu-Schichten herrschend auf die rechte Thalwand herüber und bilden die Abhänge bis zur Hälfte der Höhe; darüber liegt der Dolomit. Es findet also hier dasselbe abnorme Lagerungsverhältniss statt, wie in der östlichen Fortsetzung des Dolomituzuges am Kriegerhorn. Endlich bei der oberen Riederer Alp macht der Dolomit den Algäu-Schichten ganz Platz und diese ziehen über die Höhe hinüber nach dem Rothenbrunner Thal. Weiter abwärts kommt man dann abermals zum Dolomit durch Vermittlung von Dachsteinkalk und Kössener Schichten und endlich auf die Algäu-Schichten am Lutz-Bach. Die rechte Thalwand des Hutler Baches <sup>1)</sup> ist also genau so zusammengesetzt, wie beide Abhänge des Rothenbrunner Thales. Um so auffallender ist es, dass über den Bach hinüber die Verhältnisse nicht in gleicher Weise fortsetzen, sondern sich bedeutend ändern; es scheint, dass der Hutler Bach eine nord-südliche Spalte mit senkrechter Verwerfung andeutet. Nur dann ist es möglich, die Alpilla als Fortsetzung der Welle III zu betrachten.

Walser-Thal (nördliches Gebiet), Zitterklapfen, Künzle-Spitz, Grenze mit Flysch. (Profile VIII, XI.)

In auffallendem Contrast zu den massenhaften Formen der Dolomitwelt, aus welcher der Lutz-Bach seinen südlichen Zufluss erhält, steht der letzte nördliche Grenzpfiler des Dolomites: der Grat des Zitterklapfens und der Künzle-Spitz. Dort ruhige Erhabenheit, weite, amphitheatralische Gebirgskessel, welche durch ihr treppenförmiges Ansteigen oft unzugänglich gemacht werden, dazu eine fast horizontale Lagerung; hier begegnen wir einem schmalen Grat mit luftigen, vielzackigen Formen und steilerem (südlichem) Einfallen der Schichten. Sie sind hier auf das Flyschgebirge hinaufgeschoben und steigen hoch an. Die verschie-

<sup>1)</sup> Zum Theil sind die eben dargestellten Verhältnisse aus Profil IX ersichtlich.

denen Schichten bilden am Abhange mehrere Zonen; das untere Thalgehänge, so weit die Wiesen und Alpen reichen, besteht aus Lias-Fleckenmergeln, der hohe Grat aus Dolomit; dazwischen ziehen sich Adnether, Kössener und Dachsteinkalk-Schichten hin. Alle Zonen, die Durchschnitte der Fläche des Abhanges mit den Schichten steigen nach Ost an und ziehen sich westlich so weit herab, dass sie endlich die Thalsole erreichen und über das Thal hinwegsetzen. Am besten kann man dies bei den rothen Adnether Kalken beobachten, in welchen der hohe, nach Schröcken hinüberführende Schadona-Pass eingeschnitten ist, während sie oberhalb Itschgerney vorüber sich allmähig an der Thalwand herabsenken und westlich von Buchboden den Lutz-Bach übersetzen. Wendet man sich daher von Rothenbrunn über Buchboden thalabwärts, so überschreitet man den Riegel von Adnether Kalk, Kössener Schichten und Dolomit und befindet sich plötzlich im Flyschgebiet. Dieser Riegel, welcher nichts als der so tief durchbrochene Zug des Zitterklapfen ist, scheidet das Walser Thal streng in ein oberes und ein unteres. — Dasselbe Profil, welches man hier in wenigen tausend Schritten durchwandert, sieht man allenthalben aufgeschlossen, wenn man die steilen Nordgehänge des Walser Thales erklimmt und über den höchsten Alpen nach den tief in dem Dolomit des Grates eingeschnittenen Scharten steigt, durch welche unbequeme Jochsteige nach Schopernau führen. Der Adnether Kalk und die Kössener Schichten sind auf diesen Höhen besonders versteinungsreich, der Dachsteinkalk besitzt eine bedeutende Mächtigkeit. Ersterer breitet sich mit seiner charakteristischen rothen Färbung in der Einsattelung des Schadona-Passes aus (daher die Benennung „der rothe Platz“) und führt hier eine Unzahl von Ammoniten. Auch die unmittelbar folgenden grau gefärbten Schichten sind noch reich daran. Sie fallen, wie Alles, südlich und tragen die steil über dem Pass zum Rothhorn und Hochberg sich aufthürmenden Algäu-Schichten, die sich aus der Tiefe von Buchboden und Rothenbrunn heraufziehen und jenseits des Passes nach Schröcken fortsetzen, im Süden aber von dem Dolomitzug der Mohnenfluh und Kleinen Spitz überlagert werden.

Wenden wir uns zu dem Dolomitgrat selbst, der wegen der nahen Flyschgrenze viel Interesse bietet, so gehört er ganz und gar der Hebungswelle V an und setzt östlich im Widderstein fort. Der Zitterklapfen und Künzle-Spitz sind zwei sehr ausgezeichnete Dolomitberge, deren imposante Form charakteristisch gegen den sich unmittelbar anlehnenden Bregenzerwald absticht und sie von den Höhen des letzteren allenthalben als zwei Hauptpunkte der Umgebung hervortreten lässt. Verfolgt man den Dolomitzug nach Westen, so sieht man ihn, wie erwähnt, westlich von Buchboden den Lutz-Bach übersetzen und jenseits als den unteren Theil der Gehänge fortziehen. Wahrscheinlich keilt er sich nördlich von Maroul aus. Von der Alpilla ist er durch eine flache fruchtbare Terrasse getrennt, welche anzudeuten scheint, dass beide Dolomite nicht zusammengehören, sondern durch die Fortsetzung der Algäu-Schichten von Buchboden geschieden sind. Die Alpilla bleibt, so lange man sie nicht durch ein detaillirtes Profil erläutert, ein räthselhaftes Gebilde in dem sonst ziemlich klaren Gebiet; in keine Hebungswelle passt sie ganz hinein.

Was nun endlich die Grenze der Trias-Lias-Zone gegen den Flysch an dieser Stelle betrifft, so ist sie analog beschaffen wie an anderen Stellen. Zwischen Buchboden und Fontanella kommt man zur Grenze noch ehe man den vom Zafer-Horn herabkommenden tief eingeschnittenen Bach erreicht. Hier grenzt Dolomit unmittelbar an den Flysch und dies muss östlich hinauf wenigstens so weit stattfinden, als die Quellbäche des Lutz-Baches die Grenzgebilde

durchströmen; denn man findet in dem Trümmermeer dieser Bäche kein Fragment von Adnether oder Algäu-Schichten. Oestlich dagegen, wo das Flusssystem der Bregenzer Ache beginnt, ändern sich nach den übereinstimmenden Beobachtungen der Herren Escher und GümbeI diese Verhältnisse, indem sich allmählig Algäu-Schichten zwischen Dolomit und Flysch einschieben, also wieder das alte Verhältniss, wie am Hoch-Frassen und südöstlich von Triesen. Wir werden im weiteren Verlaufe zeigen, dass diese wiederum südlich fallenden Algäu-Schichten gegen Osten an Mächtigkeit zunehmen und sich allmählig, indem die liegenden Schichten bis zum Dolomit hinzutreten, zu unserer VI. Hebungswelle entwickeln, welche im Thale Mittelberg auftritt. Zu bemerken ist dabei noch, dass auch die V. Hebungswelle sich im Westen unscheinbar verlor, nachdem sie eben noch im Zitterklapfen so grosse Bedeutung gehabt hatte.

Das westlichste bekannte Auftreten dieser eingeschobenen Algäu-Schichten ist im obersten Theile des kleinen, bei Schopernau in die Bregenzer Ache mündenden Dürrenbach-Thales <sup>1)</sup> und am Toblermanns-Kopf. Oestlich nehmen sie bald an Mächtigkeit zu.

Durchbruch der Bregenzer Ache. — Der Dolomit der Künzle-Spitze senkt sich östlich tief hinab zur Bregenzer Ache, welche als jugendlicher Bergstrom die mächtige Gebirgskette im engen Spaltenthal durchbricht. Die gesammte Hebungswelle wird hier quer durchschnitten und ihre Structur auf das Klarste blossgelegt. Der vielbesuchte romantische Weg von Schopernau nach Schröcken führt am Bache hin und man kann an ihm bequem den Gebirgsbau kennen lernen. Bis Hopfreen wandert man im Flysch, dessen Schichten steil nach Stunde 11 (S. 15° O.) fallen. Dann folgen Algäu-Schichten, erst durch Gesteine vertreten, welche kaum vom Flysch zu unterscheiden sind, so dass man bei Hopfreen vollständig im Zweifel ist, mit welcher von beiden Formationen man es zu thun hat, bald aber charakteristischer ausgebildet. Der Weg führt am rechten Ufer des Baches aufwärts und gelangt bald in den Dolomit, während jenseits noch lange Algäu-Schichten anstehen; sie fallen flacher südlich als der Flysch. Endlich herrscht der Dolomit auf beiden Seiten aber mit verhältnissmässig wenig bedeutender Mächtigkeit. Bald tritt man aus der engen Schlucht heraus, das Thal wendet sich, die Abhänge werden flacher; in der Tiefe steht eine Sägemühle, an der der Weg vorüber führt. Hier ist es, wo die jüngeren Liasglieder des Zuges von Buchboden und Schadona das Thal quer durchziehen. Doch findet kein einfaches normales Durchsetzen statt, sondern die Schichten zeigen beträchtliche Störungen, und nur ihre leichte Erkennbarkeit erlaubt den Faden des Zusammenhanges ohne Schwierigkeit zu finden. Unmittelbar hinter der Sägemühle nämlich folgen auf den Dolomit Kössener Schichten und eine ungewöhnlich mächtige Bank von Dachsteinkalk, die man fast bis zur Höhe der Künzle-Spitze verfolgen kann. Das Gestein ist hier weiss und feinkörnig. Es ist unmittelbar überlagert von den wohl charakterisirten hochrothen Adnether Kalkschichten, die sich von Schadona herab leicht verfolgen lassen. Sie kommen nicht bis zur Thalsole, sondern ziehen sich plötzlich wieder mit allen liegenden Schichten aufwärts, so dass zum zweiten Male eine Dolomitwand folgt. Erst in einiger Erstreckung senken sie sich nochmals herab und fallen in die Thalsole: man hat nun bis Schröcken links und rechts nur noch Algäu-Schichten. An der rechten Thalwand sind die Verhältnisse ein wenig verwickelter, doch lassen auch sie sich auf die kleine Störung zurückführen und man hat es nur mit den genannten Liasschichten

<sup>1)</sup> GümbeI, Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, VII, 1856, Seite 8.

zu thun. Die Trias kommt in der ganzen Erstreckung nicht einen Schritt breit zu Tage. Das wichtigste Moment im gegenseitigen Verhältnisse beider Thalwände besteht in einer sehr mächtigen Verschiebung gegen einander, indem die Gesteine im Osten der Ache nicht die unmittelbare Fortsetzung der westlichen, sondern sämmtlich nicht ganz unbedeutend gegen Norden verrückt sind. Für den Dolomit ging es aus dem eben Gesagten hervor. In der Gegend der Sägemühle kann man das gleiche Verhalten bei allen übrigen Schichten wahrnehmen. Das enge Thal der Bregenzer Ache oberhalb Hopfreen bezeichnet daher eine Verwerfungsspalte unserer fünften Hebungswelle. Das Streichen der Spalte ist Stunde 11, also senkrecht gegen das der Welle und bei der Verwerfung ist der östliche Theil nach Norden verschoben.

Ueberblicken wir noch einmal kurz den Nordabhang des Walser Thales mit seiner östlichen Fortsetzung bis zur Bregenzer Ache, so besteht dieser Zug aus dem Schichtensystem einer einzigen Hebungswelle, und zwar einer solchen, welche gegen Norden abgebrochen ist, und nur an der Flyschgrenze schiebt sich das Rudiment einer erst im weiteren Verlauf sich vollständig entwickelnden Hebungswelle in Gestalt von Algäu-Schichten ein. Die einseitige Ausbildung des südlichen Schenkels hat die in unserem Gebiet so häufige Bergform der steilen Nord- und sanften Südgehänge zur Folge. Besonders die aus Algäu-Schichten bestehenden Höhen des Roth-Horns und Hoch-Berges besitzen diese Gestalt in auffallendem Grade.

#### Widderstein-Gebirge.

Der Zitterklapfen-Zug geht im Osten jenseits der Bregenzer Ache in das südliche Quellgebirge des Thales Mittelberg über. Der höchste Punkt desselben, zugleich auch der höchste und überall sichtbare Berg des Bregenzerwaldes, ist der Widderstein (8001 Fuss), ein ausgezeichnetes, leicht ersteigbarer Dolomitberg, der sich als ein isolirtes, imposantes Massiv aus dem Gebirgszug erhebt. Letzterer ist in seiner Erstreckung von der Kuppe „auf dem Lager“ bis zum Gaishorn an der bayerischen Grenze zugleich die dreifache Wasserscheide der Iller, des Lechs und der Bregenzer Ache, entsendet also seine Wasser nach dem schwarzen Meer und der Nordsee. Den Südabhang des Zuges betrachten wir von Krumbach aus und wenden uns jetzt zu dem nördlichen Theil, welcher seine Gewässer nach der Breitach entsendet; er besteht aus dem der Hebungswelle V angehörigen Dolomitzug des Widderstein, aus dem vollständigen System der Hebungswelle VI und Flysch, in dessen Zone das Thal Mittelberg bereits ganz und gar liegt. Die kurzen Querthäler, welche in letzteres münden, durchschneiden jene Zonen rechtwinkelig; sie sind von Westen nach Osten: der Bergunter Tobl, der Genschel-Tobl und das Wildenbachtal. Die beiden ersteren entspringen zu beiden Seiten des Widdersteins und begrenzen den nördlichen Grat desselben. Kommt man von Süden her über einen der leichten Pässe in diese Thäler, so durchwandert man daher abwärts die Liasgebilde in der genannten Ordnung.

Der Weg von Krumbach über das Genschel-Joch in den Genschel-Tobl führt über südlich fallende Algäu-, Dachsteinkalk- und Kössener Schichten in die Zone des Widderstein-Dolomits, welcher den gesammten oberen Theil des kleinen Thales bildet. Eine 1500 bis 2000 Fuss hohe, fast senkrechte Terrasse trennt diese obere Strecke von der unteren. Der Fusssteig windet sich an ihr hinab. Unten wird man überrascht durch unzählige Bruchstücke von Fleckenmergel, später auch von Adnether Kalk und Kössener Schichten, welche von

beiden Abhängen durch die kleinen Wildbäche herabgeführt werden. Es ist die Zone, deren unscheinbarer Anfang zwischen Flysch und Widderstein- (Zitterklapfen-) Dolomit wir ein wenig weiter westlich kennen lernten; sie setzt parallel dem Hauptgebirgsgrat, aber quer über alle nördlichen Abzweigungen hinweg, nach dem Algäu fort. Im Genschel-Tobl sieht man die sanfte, durch die Zone der weichen Mergelgesteine bedingte Einsattelung zu beiden Seiten, besonders rechts zwischen Gais-Horn (V) und Zwölfer Horn (VI). Der zugehörige Dolomit folgt nun an beiden Gehängen, stets mit südlichem Fallen und seinen charakteristischen Bergformen. — Wo der Tobl das Hauptthal erreicht, hat man schon zu beiden Seiten Flysch. Die Art und Weise der Lagerung an der Grenze habe ich hier nicht beobachtet.

#### Umgegend von Schröcken, Hoch-Krumbach und Warth.

Südlich vom Widderstein breitet sich ein selbstständig abgeschlossenes Gebirgsland aus, dem die Bewohner Vorarlbergs die Gesamtbenennung „der Thannberg“ geben. Sie verstehen darunter das Quellgebiet der Bregenzer Ache oberhalb der eben beschriebenen Verwerfungsspalte zwischen Schopernau und Schröcken und den östlich angrenzenden Theil vom Quellgebiet des Lechs, so weit abwärts, bis auch er, gerade an der Tiroler Grenze, in eine wilde und enge Dolomitspalte tritt, aus der er bei Stög wieder herauskommt, aufwärts am Lech ebenfalls so weit, als sein Thal breit ist, das heisst, bis zu jener Aufbruchsspalte im Dolomit, welche er bei „Am Lech“ verlässt. (S. Profile 24, 25, 26, 27.) So grenzt sich ein freies Alpenland ab, das von allen Seiten nur durch wilde Durchbrüche des Dolomitgebirges zugänglich ist und von seinen Matten die Gewässer nach den zwei Systemen der Bregenzer Ache und des Lechs entsendet.

Der Thannberg in der angeführten Bedeutung ist im Norden sehr bestimmt abgegrenzt durch den mächtigen Dolomitzug: Zitterklapfen-Widderstein und breitet sich über die sehr entwickelten Algäu-Schichten, welche zu diesem Zug gehören, und dann noch südlich quer über die vierte und dritte Hebungswelle bis in die Mitte der zweiten aus. Alle diese Wellen, welche westlich und östlich leicht zu verfolgen sind, erleiden am Thannberg eine Unterbrechung ihrer Stetigkeit, besonders verschwindet der Dolomit und macht um so mehr den jüngern Liasgliedern Platz, welche sich in ungewöhnlicher Weise ausbreiten und den eigenthümlichen Charakter des Thannberges bedingen. Er ist dadurch ein Gebiet von Algäu-Schichten und Dachsteinkalk, aus dessen Mitte der Dolomitkoloss des Warthorns als Beherrscher der beiden Flussgebiete isolirt hervorragt. Rings herum starren die Grenzpfiler des Thannberges: der Widderstein, der kleine Spitz, die Mohnenfluh, Höllspitz und die Walser Kerle empor. Es ist klar, dass ein so selbstständiges isolirtes Gebiet mitten in den stetig fortstreichenden, gleich gebauten Hebungswellen nur durch besondere Hebungsverhältnisse und bedeutende Störungen entstehen konnte. Insbesondere muss eine Kraft, welche rechtwinkelig zur allgemeinen Streichungsrichtung wirkte, zur Gestaltung beigetragen haben und dies wird noch augenscheinlicher, wenn wir sehen, dass die Verwerfungsspalte zwischen Künzlespitz und Widderstein an der Grenze des Gebietes liegt und dass auch die früher beschriebenen, eigenthümlichen Ueberschiebungsverhältnisse am Kriegerhorn, bei dem Dorf Am Lech und am Westner Berg hieher gehören und in der Fortsetzung jener Verwerfungsspalte liegen, dass ferner in einer weiteren südlichen Fortsetzung, wenn auch schon ausserhalb des Thannberggebietes, jene verwickelte Ueberwerfung

am Grat zwischen Zürs und Grabach (Profil XII) auftritt, dass der Pass am Arlberg auch ziemlich genau in derselben Richtung folgt und dass endlich die Streichungslinie aller dieser Störungen im Gebirgsbau, dieser Ueberschiebungen und Hebungen mit der Richtung des Thales der Bregenzer Ache in ihrem Oberlauf zusammenfällt.

Die Lagerungsverhältnisse am Thannberg werden dadurch so schwierig und verwirrt, dass man oft zweifelt, das wahre Verhalten entziffern und dem Gang der Störungen auf die Spur kommen zu können. Ein Detailstudium des Thannberges wäre für die Kenntniss der Modificationen im Gebirgsbau der nördlichen Kalkalpen von wesentlichem Interesse. Ich beschränke mich wegen des flüchtigen Besuches auf einige wenige Angaben und will erst kurz die einzelnen Hebungswellen von Norden an in ihrem Fortstreichen über das Gebiet des Thannberges verfolgen, um daran dann einige Specialitäten über die Gesteinsfolge anzuknüpfen.

1. Wir gehen nochmals von dem hervorragenden unserer Dolomitzüge: Zitterklappen-Widderstein (V), als dem festesten Anhalt, aus. Er lässt sich im Osten leicht nach dem Gais-Horn und Ochsenlochberg verfolgen und bildet in den beiden letzteren Bergen die Wasserscheide zwischen dem Mittelberg- und dem Rappentalpenthal des bayerischen Algäus, er durchsetzt letzteres und betritt im Hochvogel wieder unser Gebiet.

2. Diesem Dolomitzug schliesst sich nach Einschaltung der untergeordneten Zwischenglieder (Kössener Schichten, oberer Dachstein- und Adnether Kalk) südlich eine parallele Zone von Algäu-Schichten an, die wir von Buchboden und Rothbrunn im Walser Thal her als Südabhang des Zitterklappen verfolgten; sie bildete weiterhin den Schadona-Pass, das Rothhorn und den Hochberg und zieht sich herab nach der Bregenzer Ache, trägt darauf die Häuser des Dorfes Schröcken und setzt als Nordgehänge der Ache über den Pass nach Krumbach und weiter nach dem Rappentalpenthal fort, welches ähnlich dem grossen Walser Thal in jüngeren Liasschichten zwischen zwei überragenden Dolomitzügen eingesenkt ist. Selten sind die Algäu-Schichten so ausgezeichnet entwickelt, wie in diesem Zug. Zugleich wächst die durch sie gebildete Zone zu bedeutender Breite an (zwischen Juppen-Spitz und Höfer-Spitz) und die tiefen Thäler und Tobl, welche allenthalben in dem sanft hügeligen Land schroff eingeschnitten sind, entblössen die Schichtenfolge an vielen Stellen. Dennoch ist es auch hier nicht möglich über die letztere ein klares Bild zu erhalten. Denn wo immer Algäu-Schichten vorkommen, sind sie zusammengefaltet und vielfach gewunden und wiederholen sich im steten Wechsel. Die typischen Fleckenmergel herrschen am Rothhorn und bei Schröcken, sowie an dem Weg von hier nach Krumbach. Ein wenig südlich von Schröcken am Weg nach Stubenbach sind sie sehr reich an Versteinerungen, besonders Ammoniten, Belemniten und *Inoceramus Falgeri*. Allein es kommt nun noch ein mächtiges System schwärzlicher, zerfallender, von unzähligen Kalkspathadern und Gypsschnüren durchzogener, dünn-schichtiger und in unregelmässige Stücke zerfallender Mergelgesteine hinzu, welche von dem gewöhnlichen Typus der Fleckenmergel weit abweichen. Sie führen weder Versteinerungen noch Zeichnungen von Fucoiden und man könnte über ihre Stellung um so mehr in Zweifel sein, als diese Schichten zwischen Algäu-Schichten und dem darauf geschobenen Dolomit liegen. So bilden sie die ganze Masse des Hochberges und man lernt die unangenehmen Eigenschaften des bröckeligen und leicht in leetigen, schlüpfrigen Boden sich auflösenden Gesteins hinreichend am Wege kennen, der vom Schadona-Pass am Nordabhang des Hochberges hin nach Schröcken zieht. Steile Runsen entblössen das Gestein von

der Höhe des Abhanges bis hinab in die Tiefe und die ungemein üppige Entwicklung von *Tussilago*, welches grosse Strecken mit seinen riesigen Blättern bedeckt, bezeichnet den Charakter seiner Verwitterungsproducte. Solche Stellen sind weder im Westen noch im Osten in den Algäu-Schichten bekannt; daher liess Herr Escher die Stellung des Schichtensystems problematisch, um so mehr, als sich die Aehnlichkeit des Gesteins mit dem der Partnach-Schichten und mit den gypsführenden des Gypsitobls nicht verkennen lässt. Allein ich wies bereits früher darauf hin, dass an einigen andern Stellen in der Nähe des Thannberges ein gleiches System in den Algäu-Schichten vorkommt. Es ist dies am Pass zwischen dem Höllbocks-Tobl und Stubenbach und am Trittkopf östlich von Zürs. Auch hier treten sie in einer überraschenden Mächtigkeit entwickelt auf, und haben zugleich denselben landschaftlichen Charakter. Es kann an diesen Stellen, insbesondere am Trittkopf, kein Zweifel herrschen, dass sie das oberste Glied der Algäu-Schichten bilden und es ist nur zu verwundern, dass ein so überaus mächtiges und charakterisches Schichtensystem vollkommen local auftritt.

Noch ist in diesem Zuge der mächtigen Dachsteinkalke zu erwähnen, welche oberhalb Krumbach gegen die Wasserscheide der Breitach auftreten und die Grundlage der Algäu-Schichten bilden.

Die beschriebene Zone bedingt ganz besonders den Reichthum und die Fruchtbarkeit der Gegend von Schröcken. Der Ort hat eine anmuthige und schöne Lage auf einem kleinen Bergvorsprung, der durch den Zusammenfluss der tief eingeschnittenen Bregenzer Ache mit dem Aufeld-Tobl gebildet wird. Fruchtbare kräftige Wiesen ziehen sich allenthalben an den Abhängen hinauf, nur hier und da unterbrochen von den kahlen abschüssigen Wänden des leicht zerstörbaren Gesteins. Krumbach ist ein hochgelegenes Sennhüttendorf.

3. Zwischen Krumbach, Schröcken und dem Aufeld-Tobl erhebt sich mitten aus den Algäu-Schichten eine Insel von Dachsteinkalk, welche allseitig mit steilen Wänden auf die sanfteren welligen Hügel von jenem abfällt. Sie verdient in hohem Maasse Beachtung. Man könnte leicht meinen, eine Bank von Dachsteinkalk sei hier den Algäu-Schichten aufgesetzt, ähnlich wie am Rhätikon, wo dachsteinkalkähnliche Bänke noch in so bedeutender Mächtigkeit über ihrem eigentlichen Niveau vorkommen, allein zwei Thatsachen beweisen, dass das kleine Plateau aus der Tiefe durchgebrochen ist. Man sieht nämlich die söhligen Bänke des Dachsteinkalkes am Nordwestrand plötzlich umbiegen und steil in die Tiefe unter die Algäu-Schichten fallen, so dass diese nur angelehnt sind. Der zweite Beweis liegt in einer kleinen Einsenkung mitten in dem Plateau. Ein grosser, gegen Westen geöffneter Kessel wird von den steil abgebrochenen Wänden der 150 Fuss mächtigen Dachsteinkalkbank amphitheatralisch umgeben. Der Boden ist flach und nach der Mitte etwas gesenkt. Ein grünes Seebecken, der Körben-See, breitet sich dort aus; seine Ufer sind mit fruchtbaren Weiden bedeckt. Der Grund des seltsamen Contrastes liegt in dem Zutagekommen der Kössener Schichten, welche mitgehoben wurden und, als die Kalkdecke unterbrochen wurde, mit ihrem selbstständigen Charakter auftreten konnten. Man findet in ihnen am Fuss der umgebenden Felsmauern zahlreiche Versteinerungen.

Der Dachsteinkalk dieses Plateau's ist graulich-weiss und enthält viel Korallenstöcke und einzelne Bivalven. Seine Schichten sind, wie in der ganzen Gegend, mächtig entwickelt und bilden mauerförmig abgesetzte Wände, ähnlich wie bei Zürs. Die Oberfläche ist vielfach durch Spalten unterbrochen, die in grosse Tiefe hinabreichen. Im Nordost reicht ein Ausläufer des Plateau's bis zu den Häusern von Hoch-Krumbach.

Ein Plateau, welches als Oberfläche eines Gewölbes so schroff und inselartig aus jüngeren Schichten hervortraucht, kann nur durch eine vollkommen centralisirte Kraft gehoben sein. Da aber aus früherer Zeit keine Spuren von Störungen, durch welche bereits im Liasmeer ein solches Riff hätte entstehen können, vorhanden sind, so muss dasselbe in späteren Zeiten gebildet worden sein, als die Gebirge der ganzen Gegend sich gestalteten. In andern Theilen finden sich keine derartigen centralisirten Hebungen; daher zwingt uns auch dieser Umstand wieder zu der Annahme, dass am Thannberg besondere Hebungsverhältnisse stattfanden, welche durch die Combination mit einer rechtwinkelig gegen die allgemein wirkende secundäre Kraft hervorgebracht wurden.

4. Südlich von der Zone der Algäu-Schichten folgt auf's Neue ein Dolomitzug, der bei Rothenbrunn beginnt und über die Kleine Spitz nach der Mohnenfluh fortsetzt, dann aber sich zu einem Passe senkt, um als Aarhorn wieder aufzutauchen. Der Dolomit dieses Zuges ruht auf den nördlichen Algäu-Schichten und zwar conform aufgelagert. Wenn an irgend einer Stelle, so könnte man ganz besonders hier geneigt sein einen „oberen Dolomit“ anzunehmen, der jünger sei als die Fleckenmergel. Am Juppen-Spitz zum Beispiel sieht man die Wände der südlich fallenden abgebrochenen Algäu-Schichten sich fast senkrecht zu einer Höhe von 2000 Fuss erheben. Wenig unter der Spitze beginnt eine mächtige Dolomitbank, welche die Höhe bildet, genau an der Lagerungsweise theilnimmt und in gleicher Weise wie die Algäu-Schichten von den Wänden durchschnitten wird. Sie senkt sich südlich, es thürmen sich mehr Dolomitbänke darauf, die oben einen Grat bilden und sich zur Mohnenfluh entwickeln. Es gelingt schwer sich zu überzeugen, dass auch an dieser Stelle mit dem Dolomit ein neues, auf das jüngere hinaufgeschobenes System beginnt. Allein einerseits lässt sich die Auflagerungslinie genau über den Grat zwischen der Kleinen Spitz und dem Hochberg und dann hinab nach Rothenbrunn verfolgen; andererseits zeigt die bis jenseits der Mohnenfluh fortgeführte Durchschnittslinie die baldige Auflagerung eines neuen Systems von Kössener, Dachsteinkalk- und Algäu-Schichten, welchen dann in ähnlicher Weise die tiefen Triasschichten am Gypsloch-Bach aufgeschoben sind. Dieses Verhältniss wird klar am Kleinen Spitz (ein wenig westlich vom Juppen-Spitz) im Profil X und am Verhältniss des Krieger-Horn zum Gypsloch-Bach im Profil XI.

Verfolgt man den Dolomit des Juppen-Spitz und der Mohnenfluh nach Osten, so sieht man ihn sich zur Tiefe unter dem Pass zwischen Schröcken und Stubenbach hinabsenken, es erscheint sein Hangendes, die Kössener Schichten, deren unmittelbare Berührung mit den Algäu-Schichten des Aufeld-Tobls sich hiedurch leicht erklärt. Sie bilden die ganze Einsattelung gegen das Aarhorn (Profil XI). In diesem sehen wir nichts Anderes als die Fortsetzung des beschriebenen Dolomituges, in seiner plötzlichen, steilwandigen Erhebung aber eine nochmalige Aeusserung jener centralisirten Kraft, auf welche bereits das Plateau um dem Körbensee schliessen liess. Wie im Südwest das Aarhorn sich aus Kössener Schichten heraushebt, so sinkt es nordöstlich wieder unter solche hinab. Der Dolomit des Berges fällt sehr steil nach Stunde 11, seine Schichten zeigen aber eine gewölbartige Biegung in der Richtung des Streichens, welche das Einfallen unter viel tiefer gelegene jüngere Schichten erklärt.

Was nun die weitere östliche Fortsetzung betrifft, so haben wir bereits früher bei der allgemeinen Beschreibung der vierten Hebungsstufe angegeben, dass sie als ein breiter zusammenhängender Zug durch den nördlichen Theil des oberen Lechgebiets hindurchzieht und bei Elmen über das Lechthal setzt. Wir werden später diesen Zug als eine der ausgezeichnetsten und deutlichsten He-

bungswellen kennen lernen. Allein wenn er sich auch ebensowohl durch das genaue Einhalten der Richtung als durch seine Lage zwischen den benachbarten Hebungswellen (III und V) deutlich als Fortsetzung des Zuges der Mohnenfluh erweist, so ist doch die Verbindung über den Thannberg ungemein schwierig, da hier eine Spaltung des Systemes in zwei Theile stattfindet und die Ableitung derselben bei dem Zusammenfluss verschiedener Thalsysteme mit Schwierigkeiten verbunden ist.

Gehen wir vom Aarhorn aus, so treffen wir zunächst nordöstlich davon nach einer kurzen Unterbrechung durch jüngere Liasschichten den Anfang eines Dolomitzuges, den man zwischen Krumbach und Warth durchwandert. Er ist gegen das Aarhorn nördlich verschoben, in ähnlicher Weise, wie die beiden Wände des Thales der Bregenzer Ache oberhalb Hopfreen. — Von hier zieht der Dolomit, indem er zu den nördlichen Algäu-Schichten in das gewöhnliche Verhältniss der Ueberlagerung tritt, nach dem Schroffen an der bayerischen Grenze. Ich habe ihn nicht weiter verfolgt, doch scheinen die sonst bekannten Verhältnisse zu ergeben, dass der Dolomit bald unter den massenhaften Algäu-Schichten verschwindet, welche theils seinem eigenen Systeme, theils dem nördlich vorliegenden angehören, und nachdem sie sich über dem Dolomit vereinigt haben, als breiter Zug zwischen Hochvogel und Bretterspitz fortsetzen. Ist diese Interpretation richtig, so erklären sich auf eine leichte Weise die isolirten Dolomitinseln in diesem Algäu-Schichtenzug, wie sie am Jochspitz und weiter gegen Hinter-Hornbach auftreten. Sie sind dann nur eine Fortsetzung der secundären Hebungswelle des Schroffen. — Uebrigens ist auch dieser Zug begleitet von den zugehörigen Kössener, Dachsteinkalk- und Algäu-Schichten. Die Kössener Schichten tragen das Dorf Warth und ziehen hinüber nach Lechleiten und von dort über den Pass am Schroffen nach dem Rappental. Die Dachsteinkalke des zunächst sich anschliessenden Zuges sind überaus mächtig; sie ziehen von Warth nach dem Lech hinab und bilden dessen enges felsiges Bett aufwärts beinahe bis Stubenbach; auch der Weg führt in einiger Höhe sehr lange Zeit über die Bänke des Dachsteinkalkes. Darauf folgt ein schmaler Zug von Algäu-Schichten.

Während der Anfang des beschriebenen Zuges gegen das Aarhorn ein wenig nach Norden verschoben ist, entwickelt sich der zweite ein wenig weiter südlich allmählig aus den Algäu-Schichten, springt aber bald in die Richtung: Mohnenfluh-Aarhorn ein und setzt in dieser als einer der Hauptzüge fort. Sein Dolomit taucht am Fusse der Höllspitz gegen den Lech hervor, setzt über diesen und erreicht seine erste bedeutsame Entwicklung in den Walser Kerlen an der Grenze des Algäus. Die Scharte zwischen diesem Berg und dem Schroffen gewährt ein deutliches Bild von dem Verhältniss des in Betrachtung stehenden Zuges mit dem vorigen. Herr Escher fand (nach mündlicher Mittheilung), dass der Dolomit der Höhe der Walser Kerle von dem, welcher den Südadhang bis hinab in das Lechthal bildet, durch eine schmale, von jüngeren Liasschichten gebildete Zone getrennt ist; eine Beobachtung, welche ich durch den Nachweis des östlichen Fortstreichens der schmalen Zone in geringer Entfernung in dem kleinen Schochathale vervollständigen konnte. Den weiteren Verlauf der Hebungswelle (IV) von den Walser Kerlen an werden wir vom Lechthale aus verfolgen.

5. Der der Hebungswelle IV angehörige Zug jüngerer Liasschichten, welcher sich südlich von dem Hutler Bach und oberen Rothenbrunner Thal an verfolgen liess, wurde bereits in seinem allgemeinen Verlauf abgehandelt. Es ergab sich, dass jene Schichten bei Rothenbrunn muldenförmig eingelagert sind,

(Profil IX), gegen Osten aber die regelmässige Mulde in eine Ueberschiebung übergeht (Profil X, XI), so dass südlich der Mohnenfluh auf den Algäu-Schichten unmittelbar das Triassystem des Krieger-Horns auflagert. Die Auflagerungslinie setzt quer über den Gypsitobl. Zwischen diesem Bach und dem Aarhorn bilden die Algäu-Schichten ein sanftes Weideland, auf welchem die Häuser von Bürslegg zerstreut liegen.

Südöstlich setzen die Schichten über den Bach fort und hängen hier mit denen der nächstfolgenden Hebungswelle zusammen.

6. Die Hebungswelle III ist diejenige, welche in dem an Störungen so reichen Gebiete die bedeutendste Unterbrechung der Stetigkeit erlitten hat. Im Westen ist sie nur schwach entwickelt und zwar im Tisner Gschröf, Gansboden und im nördlichen Theil des Krieger-Horns. Hier setzt sie plötzlich ab. Verfolgt man ebenso den östlichen Theil entsprechend gegen Westen, so erreicht derselbe ein ebenso plötzliches Ende im Höllspitz. Der Raum zwischen diesen beiden Bergen ist mit Algäu-Schichten ausgefüllt, die vom Lech durchströmt werden und dem Dolomit der Höllspitz nebst den dazugehörigen Zwischengliedern aufliegen, die Trias des Krieger-Horns aber unterteufen oder gegen dieselbe abgesetzt sind. Kaum könnte der Beweis klarer vorliegen, dass hier eine Verwerfung von zwei Theilen derselben Hebungswelle gegen einander stattgefunden hat, so zwar, dass der westliche gegen den östlichen gehoben, vielleicht sogar überschoben wurde, und es ist gewiss nicht zufällig, dass diese Verwerfung in der genauen Fortsetzung der oben beschriebenen Spalte der Bregenzer Ache oberhalb Hopfreen, der westlichen Grenze der Dachsteinkalkinsel bei Schröcken und des Passes westlich vom Aarhorn liegt.

Die Linie Hopfreen-Stubenbach (Stunde 22) scheint daher die Hauptrichtung der Störungen zu bezeichnen, welche in dem sonst so regelmässigen Fortstreichen der Hebungswellen am Thannberg stattfinden. Westlich von dieser Linie, und zwar genau bis zu ihr, ist die grösste Regelmässigkeit im Gebirgsbau; östlich breitet sich ein schmales, auf das Männigfachste zerstörte Gebiet aus, und erst jenseits desselben beginnt wieder dieselbe Regelmässigkeit, die Hebungswellen setzen in der früheren Richtung fort und erleiden erst in weiter Entfernung wieder einige kleinere Unterbrechungen.

Nachdem wir so zu zeigen versucht haben, wie die einzelnen Elementarbestandtheile im Gebirgsbau des Trias-Liasgebietes von Vorarlberg über die Grenze von Tirol fortsetzen, überschreiten wir diese und wenden uns zum Gebirgsbau von Nord-Tirol.

### III. Der westliche Theil von Nord-Tirol von der vorarlbergischen Grenze bis Seefeld.

Wir betreten das Flussgebiet der Donau und bewegen uns von nun an bis zu den Grenzen unseres Gebietes gegen Bayern ausschliesslich in der Trias-Lias-Zone, welcher nur parasitisch und sporadisch Gebilde jüngerer Formationen auf- und eingelagert sind. Nirgends <sup>1)</sup> greift das selbstständige Gebiet derselben über die Grenzen von Nord-Tirol. Das Thalsystem des Lechs von Stög bis Füssen, eines der interessantesten und charakteristischsten in den gesammten Kalkalpen, das Quellgebiet der Loisach und der westlichen Zuflüsse der oberen Isar,

<sup>1)</sup> Mit Ausnahme der vom bayerischen Gebiete rings umschlossenen österreichischen Besitzung Jungholz, nördlich von Thannheim.

endlich die Grenzeinsenkung zwischen Kalk- und Urgebirgsalpen vom Arlberg bis Zirl, welche von der Rosanna und dem Inn durchströmt wird, sind die allgemeinsten formgebenden Elemente für die Gestaltung der Oberfläche. Die Richtung dieser Thäler wie der trennenden Gebirgszüge bietet wenig Regelmässigkeit; in um so hervorragenderem Maasse finden wir sie gerade in diesem Theil der Alpen bei jenen Hebungswellen, welche wir bereits durch Vorarlberg verfolgten. Unabhängig von Thälern und Höhenzügen streichen sie in stets gleicher Richtung und mit wenig wechselndem Schichtenbaue weithin fort, setzen in verschiedenen Winkeln über die Thäler und veranlassen diese nur selten zu einer wesentlichen Aenderung ihres Laufes. Am ausgezeichneten ist diese Regelmässigkeit und Gleichförmigkeit im Lechgebiete, nördlich bis zum Thannheimer Thal und dem Fylsch des Algäus, südlich bis zum Innthal. Weiter im Osten stellen sich nach und nach bedeutendere Abweichungen ein. Die erste derselben ist in der Umgegend von Reutte. Herr Bergrath Ritter v. Hauer erkannte in dem weiten Thal dieses Ortes einen Aufbruch, in welchem die tiefsten Triasschichten zu Tage kommen.

Solche Aufbruchcentren finden sich zwar weiter südöstlich nicht mehr, im Gegentheil sieht man noch ununterbrochen die Hebungswellen fortstreichen. Allein es stellt sich allmählig ein wesentlich unterscheidendes Merkmal ein, dass östlich vom Meridian von Reutte zur vollen Geltung kommt und von nun an durch die gesammte Alpenkette bis zur ungarischen Ebene fortsetzt; es ist das Auftreten der mächtigen weissen Hallstätter Kalke und ihre wichtige Rolle im Gebirgsbau.

Gebirge zwischen dem Lech-Thale von Stög bis Elbingen-Alp und dem  
Stanzer Thale.

Das Stanzer Thal, von der Rosanna durchströmt, kommt vom Arlberg und ist östlich gerichtet, das Lechthal hat bis Elmen eine ostnordöstliche, von da bis Reutte eine nordöstliche Richtung. Die Gebirgsmasse zwischen beiden Thälern nimmt daher nach Osten bedeutend an Breite zu. Die Hebungswellen sind dem Stanzer Thal ungefähr parallel (mit einem kleinen Ausschlag nach Nordost) und durchschneiden daher das Lechthal unter schieferm Winkel. Aus Triasschichten und Liasdolomit baut sich das Schichtensystem unmittelbar aus dem Grunde des Stanzer Thales zu einem Gebirgszug mit äusserst kurzem und steilem Südabfall auf. Schon auf dieser Höhenlinie ist die Wasserscheide zwischen Rosanna und Lech; nach Süden stürzen nur einige kurze Wildbäche herab, nach Norden sind lange Querthäler gerichtet. Wir betrachten erst die Profile des südlichen Abhanges, ehe wir uns über die Pässe in das Lechthal wenden.

Triasformation zwischen dem Arlberg und Landeck. — Der Nordabhang des Stanzer Thales besteht aus der unmittelbaren Fortsetzung der Schichtensysteme des Klosterthales. Wir knüpfen daher an unsere Profile bei Stuben und Arlberg an, mit denen wir Vorarlberg verliessen (Fig. 20, 21, 22, 23), das letzte derselben (Nr. 23) zeigte mächtig entblösten Verrucano und zugleich das Verhältniss der schwach geneigten Schichten desselben zu der senkrechten Stellung des Dolomites. Alles dies bleibt östlich vom Arlberg ebenso. Der Verrucano nimmt an Mächtigkeit bedeutend zu; seine Schichten liegen meist schwach geneigt, darüber folgt die gesammte Trias. Nach einer oder mehreren Windungen, welche im Fortstreichen stets wie bei den Parallelprofilen von Stuben bedeutenden Modificationen unterworfen sind, folgt der Dolomit mit fast senkrechter Schichtenstellung. Im weiteren östlichen Verlauf keilen sich alle Triasschichten unter dem Dolomit aus, der sie mächtig überwölbt. Im Allgemeinen

sind die Verhältnisse auf dieser Seite des Arlberges ungleich schwieriger aufzufassen, als die jenseitigen; es trägt dazu die veränderte Schichtenentwicklung bei, indem die Partnachmergel und Raibler Schichten ungemein an Mächtigkeit zunehmen und die letzteren jetzt besonders durch Schiefer und Sandsteine vertreten sind. Die Arlbergkalke ändern gleichfalls ihre Beschaffenheit ein wenig; es ist als ob sie den Hallstätter Kalken näher träten; auch ihre Mächtigkeit nimmt zu.

Von St. Jakob nach dem Almejur-Joch. Oberhalb St. Anton und St. Jakob steht Verrucano in bedeutender Mächtigkeit an; einige sanfte Vorsprünge in dem Thal scheinen ebenfalls daraus zu bestehen. Die ersten anstehenden Gesteine sind ein sehr typischer dunkelrother Verrucano mit grossen weissen abgerollten Quarzkörnern; das Bindemittel ist meist verkieselt. Es folgen dünnstiefrige glimmerreiche Schichten, darauf ein feinkörniger rother Sandstein und jene an grossen Quarzausscheidungen reichen regenerirten Glimmerschiefer, welche durch ihren schuppigen Glimmer sich von dem Gestein der Centralkette unterscheiden, endlich noch einmal rothe Sandsteine. Dieses gesammte Schichtensystem ist in steilen Wänden bei den Hebungen des vom Almejur-Joch herabkommenden Baches entblösst. Die Lagerung zeigt im Allgemeinen ein nördliches Fallen, das aber durch mehrfache wellige Biegungen verdeckt wird. Eine gelbe Rauchwacke, welche das Thal durchzieht, scheint unmittelbar über dem Verrucano zu liegen und den Guttensteiner Kalk zu vertreten. Die nun folgenden Schichten sind wenig entblösst, doch treten Partnachmergel und Arlbergkalke sehr charakteristisch auf. Eine breite sanfte Stufe von gelber Rauchwacke, braunen glimmerigen Sandsteinen u. s. w. trennt sie vom Dolomit; unser Profil zeigt den Grund der bedeutenden Ausbreitung dieser Gesteine der Raibler Schichten. Der Dolomit fällt steil nördlich und hält bis zum Joch an, jenseits dessen sogleich Kössener Schichten folgen; sie setzen den Abhang gegen das Almejur-Thal bis tief hinab zusammen und ziehen östlich über den Nordgrat des Stanskopfes nach dem Kaiser-Joch fort, westlich am Valluger Kopf vorüber.

Von Petneu nach dem Kaiser-Joch. Dieser Aufstieg entblösst das Triasprofil noch weit unvollkommener als der vorige; nur der Verrucano ist in gleicher Weise wie dort an den Wänden des vom Joch herabkommenden Thales ausgezeichnet aufgeschlossen. Im Allgemeinen lässt sich eine gewölbartige Aufbiegung erkennen. Die Schichtenfolge scheint bis zur Höhe eine sehr regelmässige zu sein; nur die Raibler Schichten haben auch hier eine ungewöhnliche Ausbreitung. Es folgt darauf Dolomit in bedeutender Mächtigkeit. Die Höhe des sehr ausgebreiteten sanften Joches wird von den dunklen mergeligen Kössener Schichten gebildet, welche westlich vom Almejur herüber kommen und östlich nach der vorderen See-Spitz fortziehen. Die gesammte Abtheilung des Lias über dem Dolomit ist nördlich vom Almejur, wie vom Kaiser-Joch in einer stark gebogenen, sehr gestörten Mulde gelagert, die im Almejur breit, im Kaiserthal sehr schmal ist und sich gegen den vorderen See-Spitz mit einer nördlicheren, durch einen Dolomitzug getrennten Liasmulde vereinigt. Sie setzen vereint, aber dennoch in geringer Breite über das Alperschon nach dem Parseyer Thal fort.

Das Profil von Schnan über das Kühjoch nach dem Alperschon-Thal ist durch Escher von der Linth bekannt geworden, welcher es genau beschrieb. Kein anderes im Stanzer Thal gewährt einen so deutlichen Aufschluss über die Schichtenfolge, kein anderes aber stellt auch die gleichen Räthsel. Es scheint, dass die auf Profil XIII dargestellte Lagerung die richtige ist, wie sich aus der Erörterung der Aufeinanderfolge der Gesteine leicht ergibt. Wir

bedienen uns dabei der von Escher angewendeten treffenden Bezeichnungen und fügen nur wenige Beobachtungen hinzu:

1. Unmittelbar bei dem Dorfe Schnan vor dem Eingange in das Thal steht mit steilem südlichen Fallen ein schwärzlichgrauer, ebenflächiger, mergeliger Thonschiefer an. Ueber seinen flachen Hügeln erhebt sich mit steilen Wänden

2. (*x*) <sup>1)</sup> sehr kieseliger, spröder, schwarzer bis dunkelgrauer Kalkstein, feinkrystallinisch bis dicht und 300 Fuss mächtig. In ihm ist eine enge und tiefe Klamm eingeschnitten.

3. (*x*) ebenflächiger, ausgezeichnet spaltender, mergeliger Thonschiefer wie 1. Mehrere einzelne Schichten von knollig zerklüftendem Kalk sind eingelagert. Gesamtmächtigkeit 250 Fuss.

Diese drei Schichtensysteme deuten entschieden eine wellige Faltung an und bringen sich dadurch leicht in Zusammenhang mit der Aufbiegung bei Petneu. Ein kieseliger schwarzer Kalkstein, wie er die Klamm bildet, ist ausser den Virgloria-Kalken nicht bekannt und die den Schiefen eingelagerten knollig zerklüftenden mergeligen Kalke deuten mit Entschiedenheit auf Partnachschiefer. Die ebenflächige tafelförmige Structur der sonst in kleine Täfelchen zerfallenden Gesteine ist zwar auffallend und es lässt sich kaum ein Grund für diese Aenderung aufstellen; allein dieser geringe Unterschied muss dem Zeugnis der anderen Merkmale weichen. Es folgen

4. (*w, v, u, r, s*) ein Wechsel von schwarzen porösen mit grauen und weissen krystallinischen Kalken; einzelne Schichten sind vollkommen schwammig und gehen in Rauchwacke über. Von unten her entwickelt sich das System durch Wechsellagerung aus den Schiefen. Alle Merkmale dieses Complexes stimmen genau mit denen der Arlbergkalke überein, wie sie z. B. auf dem Wege von Stuben nach Zürs auftreten. Insbesondere ist auch die Wechsellagerung der untersten Schichten mit Schiefer ein stets gleichbleibender Umstand.

5. (*q*) Gelbliche Rauchwacke, dunkelgraue, auf den Schichtflächen gelbliche, etwas glimmerige, schiefrige Mergel, dunkelgraue und braune glimmerige feste Sandsteine u. s. w. mit Spuren von Versteinerungen der Raibler Schichten.

6. (*r*) Hellgrauer, feinkörniger Dolomit, wie einzelne Schichten von 4.

7. (*o* Gras) Schichten wie die Raibler von 5. Nur die Rauchwacke ist nicht sichtbar, da sie am Wege von Graswuchs bedeckt ist. Ihr Vorhandensein wird auch durch die Tobl angedeutet, welche in ihrer Streichrichtung von links und rechts herabkommen.

Auffallend ist die ungemein grosse Mächtigkeit der Raibler Schichten, welche selbst wenn man die durch das Hervortreten von 6 angedeutete, im Profil verzeichnete Aufbiegung in Betracht zieht, immerhin beträchtlich bleibt.

8. (*m, n*) Lias-Dolomit mit steilem nördlichen Fallen; er hält bis jenseits des Baches an und bildet den Vorderen See-Spitz, die Knappenböden und den Stierkopf. Es folgt ihm jene Mulde jüngerer Liasschichten, deren wir am Kaiser-Joch erwähnten und die wir von der Nordseite her genauer verfolgen werden.

Das schwierige Profil des Kühjochthales findet so durch die beiden Schichtenaufbiegungen eine einigermaßen befriedigende Erklärung. Der Verlauf des Schichtenbaues der Trias zwischen Schnan und Landeck scheint sich nun von selbst zu ergeben. Die Trias hält sich von nun an nur an dem tief-

1) Die beigesetzten Buchstaben bezeichnen die Schichte in Herrn Escher's Profil.

sten Südgehänge der Berge und zieht so am Fusse der Eisenspitze und des Tawin hin, deren Hauptmasse von Dolomit und deren Gipfel von Kössener Schichten gebildet werden. Die Trias scheint südlich vom Eisenspitze noch einmal eine bedeutendere Ausdehnung zu gewinnen, indem sie sich mit einem breiten und mächtigen Verrucano-Streif auf den Glimmerschiefer-Vorsprung lehnt. Allein sie verschwindet bald ganz, indem sich der Dolomit von Norden her mehr und mehr herüberwölbt und endlich die Trias vollkommen verhüllt.

So ist das Verhältniss bei Landeck. Der Dolomit tritt hier in imposanten Gebirgsmassen bis in das Innthal herein und wenn man von Zams den beschwerlichen, steilen Pfad nach dem oberen Theil der grauenhaften Kluft des Letzbaches einschlägt, so sieht man deutlich die gewölbartige Biegung der gesammten Dolomitmasse. Bei der Alpe im mittleren Theil des Thales stehen dann jüngere Liasschichten an, welche über die Silberspitze ziehen und eine allseitig isolirte, muldenförmige Einlagerung bilden. Weiter thalaufwärts gegen den verlassenen mühsamen Uebergang über das Passeyer-Joch erhebt sich wieder der Dolomit; im Matriol-Thal klappt er auf und lässt einen Streifen Rauchwacke der Raibler Schichten hindurchschauen. Dann setzt er mit umgekehrtem, nördlichem Fallen weiter fort und bildet die Unterlage einer neuen grösseren Mulde von jüngeren Liasschichten, welche am Schweinsrüssel beginnt. Es ist dieselbe Mulde, welche wir bereits im Kaiser- und im Alperschon-Thal kennen lernten.

Wo südlich von dieser Mulde noch andere Schichten neben dem Dolomit auftreten, hat man es mit vollkommen localen Erscheinungen zu thun, welche mit ihrem kurzen Verlauf oft die klare Auffassung des Gesamtbaues erschweren, aber doch die hauptsächlichsten Thatsachen niemals ganz zu verhüllen vermögen.

So verlassen wir bei Landeck den schmalen, steilen Südabhang des Almejur-Jochs und Kaiser-Jochs als ein breites, gestaltreiches Gebirgsland. Die Constanten sind die nördliche Liasmulde und die südlichen krystallinischen Schiefer. Bei Sanct Jakob fanden wir zwischen diesen beiden Elementen ein einfach und normal aufgebautes Schichtensystem, es nahm an Breite gegen Osten zu, gleichzeitig auch an Mannigfaltigkeit im Gebirgsbau, und bei Landeck sehen wir es als ein Dolomitgebirgsland, dessen gleichförmiges Schichtensystem gewölbartig eine breite Zone bedeckt und durch locale Störungen bald einen isolirten Streif älterer Schichten hervortreten lässt, bald eine kleine Auflagerung jüngerer Liasglieder trägt. Wir werden später den weiteren Verlauf gegen Imst kennen lernen und wenden uns jetzt zunächst zur Betrachtung der vom Lechthal bis in die vielgenannte Liasmulde hinaufreichenden Thäler.

Umgegend von Stög im Lechthal, Bockbach-, Grabach-, Almejur-Thal. — Bei Stög verlässt der Lech die Engen, die er bei Lechleithen am Thauberg betrat und fließt von hier an in einem weiten, reichbevölkerten Thal. Ein von Osten herkommender breiter Dolomitzug erreicht hier sein westliches Ende und bildet die Gehänge rings um den Ort; zwischen ihm und dem Almejur-Joch ziehen noch zwei Dolomitzüge von West nach Ost, deren nördlicher unserer Hebungswelle II aus Vorarlberg angehört, während der südliche eine kurze Erhebung aus der Tiefe mitten in der Mulde I N—II S bezeichnet und diese in zwei Mulden theilt; ihren dolomitischen Südrand lernten wir vom Stanzer Thal her kennen. Almejur- und Kaiser-Thal entspringen an diesem Südrand und münden gemeinsam bei Stög; sie durchschneiden daher mehrere Hebungswellen, während das Grabach- und Bockbach-Thal mehr westlich aus der nördlichen Hälfte der zweigetheilten Mulde I N—II S entspringen, daher ein weniger complicirtes System an ihren Abhängen entblößen.

Das Bockbachthal bildet in seinem Ursprung eine Einsenkung zwischen den älteren und jüngeren Liasschichten. Aus jenen besteht der Scheiderücken gegen das oberste Lechgebiet, der Zug vom Schwabbrunnen nach dem Westner Berg. Kössener Schichten, Dachsteinkalk und Adnether Kalk sind dem Dolomit aufgelagert und bilden den Nordwestabhang. Selten ist der Dachsteinkalk in so bedeutender Mächtigkeit entblösst; er setzt eine isolirte Bergmasse zusammen und trägt im Thalgrund die rothen Adnether Kalke. Die gesammte südöstliche Thalwand besteht wie der ganze Scheiderücken gegen das Grabachthal aus Algäu-Schichten. So bildet das obere Bockbachthal einen fruchtbaren, alpenreichen weiten Kessel, dessen Schichten über den Schwabbrunnen und die Alpe Monzabon nach Zürss hinübersetzen. Er wird im Hintergrund überragt von dem Dolomit des Rauhen Spitz und des Grabacher Spitz, dessen eigenthümliches überstürztes Lagerungsverhältniss wir von Zürss her kennen lernten (s. Prof. XII). — Dieser obere Thalkessel wird schroff abgesehritten, indem der Dolomit des Westner Spitz quer über das Thal hinwegsetzt, den Grubspitz zwischen Bockbach und Grabach bildet und dann nach Kaisers hinüberzieht. Man gelangt daher thalabwärts von den fruchtbaren Gehängen der Fleckenmergel successive in rothen Adnether Kalk, Dachsteinkalk, mächtige Kössener Schichten, und dort wo der Bach vom westlichen Uebergang gegen Stubenbach in einer Spalte herabkommt, in Dolomit. Mit ihm verlässt man die Hebungswelle II und kommt aufs Neue in Fleckenmergel, welche scharf gegen den Dolomit abgegrenzt sind, und nach dessen Engen eine zweite alpenreiche Thalstrecke schaffen, es beginnt damit die Hebungswelle III, deren Dolomit nördlich das Thal abschliesst, im Höllspitz seinen Höhepunkt erreicht und über die Einmündungsstelle des Bockbachs in den Lech nach dem Muttekopf zieht. Die Schichten zwischen ihm und den Fleckenmergeln sind gut entwickelt, die Dachsteinkalke erheben sich westlich zur Mittagspitz. — Wendet man sich aus dem Bockbach nach Stög, so kann man nicht in die furchtbare Dolomitschlucht hinab, sondern hält sich auf den Algäu-Schichten, welche den Abhang unterhalb des Grubspitz bis fast in das Lechthal hinab bilden. Die überaus reichen Alpen, welche für den Botaniker ein ungemein dankbares Gebiet hinsichtlich des Formenreichthums der Flora der Gegend sind, tragen den Namen Birchesgunt. Ihre Algäu-Schichten ziehen hinüber nach dem Grabachthal und sind durch ihr Liegendes (Adnether, Dachstein-, Kössener Schichten) von dem Dolomit von Stög getrennt.

Das Grabachthal bietet ungleich schwierigere Verhältnisse, die wir in dessen schon früher bei Betrachtung des Grates zwischen Zürss und Grabach theilweise zu erklären suchten. Es zeigte sich, dass das muldenförmig gelagerte Schichtensystem zwischen Valluger Spitz und Schwabbrunnen im Norden eine grossartige Umbiegung erfahren habe, wodurch alle Schichten von den Partnachmergeln bis zu den jüngsten Liassgliedern an jenem Grat in umgekehrter Reihenfolge über einander liegen. Man gelangt daher aus den Algäu-Schichten des Thalgrundes von Grabach ansteigend zu einer isolirten Partie rothen Adnether Kalkes mit vielen Ammoniten und Crinoiden-Breccie. Darüber liegt mauerförmig abgebrochen ein mächtiges Dachsteinkalkflöz und dieses trägt ein kleines Plateau von Kössener Schichten in fast söhlicher Lagerung. Amphitheatralisch steigen Kalkgebirge darüber auf. Von rechts her kommt der Dolomit des Grabacher Spitz und keilt sich schnell aus; darauf folgen Rauchwacke, Sandsteine, kalkige Schiefer u. s. w. der Raibler Schichten und mächtige Arlbergkalke, bis endlich Partnachmergel als das höchste den Uebergang nach Zürss vermitteln. Die Arlbergkalke scheinen auch den Schmalzgrat zu bil-

den, welcher Grabach und Almejur scheidet; denn man sieht unter diesem Kalkgrat die Rauchwacke der Raibler Schichten herumziehen und es ist wahrscheinlich, dass dieser kleine Bergzug auch dem überstürzten Schichtensystem angehört. — Dass jenseits des Passes gegen den Pazieler Bach dieselbe verkehrte Lagerung sich abwärts verfolgen lässt, habe ich zu zeigen versucht. Herr Berg-rath Franz Ritter v. Hauer und Herr Escher v. d. Linth fanden, dass auch gegen das oberste Almejur-Thal als Liegendes der Trias wider die Kössener Schichten vorkommen, so dass von allen Seiten her die Ueberstürzung vollkommen klar erwiesen ist. Auch von der letztgenannten Seite scheint es übrigens sicher festzustehen, dass der Schmalzgrat auch noch dem überstürzten Schichtensysteme angehört.

Wendet man sich von diesem merkwürdigen Knotenpunkt im Grabachthal abwärts, so bietet es dieselben einfachen Verhältnisse wie das Bockbachthal. Man gelangt aus den Fleckenmergeln durch die Zwischenschichten in den Dolomit, der westlich von der Grubspitz herabzieht, und in die Algäu-Schichten der Hebungswelle III, welche westlich Birchesgunt tragen und östlich nach dem Kaiserthal ziehen. Nirgends ist der Schichtenbau dieser Formation mit solcher Klarheit zu verfolgen wie hier. In einer tiefen, senkrecht eingeschnittenen Schlucht bricht der Grabach quer hindurch und zwingt den Weg sich hoch am östlichen Gehänge zu halten. Bald durchschneidet er die Adnether Kalke, an Korallen und Bivalven reiche Dachsteinkalke und Kössener Schichten mit vielen Versteinerungen. Diese drei Schichtensysteme setzen oberhalb Ellebogen über den Lech und bilden den Südabhang des jenseitigen Ellebogen-Spitz. Durch eine kleine Kluft, in welcher dünnplattige bituminöse Kalke in Lias-Dolomit anstehen, erreicht man Stög.

Das Almejur-Thal entspringt am Rogla-Spitz, nimmt einen kleinen Zufluss vom Almejur-Joch auf und mündet bei Kaisers in das Kaiser-Thal. Der obere und untere Theil des Thales liegen in jüngeren Liasgebilden, der mittlere durchbricht jenen Dolomitzug, der eine kurze Aufbiegung zwischen den Hebungswellen I und II bildet. Die Liasschichten des oberen Laufes kommen in muldenförmiger Lagerung von Zürs über den Rogla- und Valluger Spitz herüber und streichen in gleicher Lagerung nach dem Kaiser-Joch. Der Dolomit durchzieht das Thal an der Vereinigungsstelle der beiden Quellbäche und verschwindet westlich unter dem Schmalzgrat.

Das Kaiser-Thal, welches in einem überaus grossartigen Gebirgskessel zwischen Kaiser-Joch, der vorderen See-Spitz, dem Kreuz-Joch und der Tagwaid-Spitz aus einem abgeschiedenen See entspringt, durchschneidet bis zur Vereinigung mit dem Almejur-Thal dieselben Zonen wie dieses. Der Uebergang am Kaiser-Joch nach Petneu im Stanzer Thal liegt in Kössener Schichten. An einem steilen Gehänge windet sich der Weg in das Thal hinab; er durchschneidet einen mannigfachen Wechsel der verschiedenen Liasglieder, welcher von den bedeutenden Unregelmässigkeiten in der Ausbildung dieser Mulde zeugt. Noch ehe man die Jocher Alp erreicht, gelangt man durch den kleinen Dolomitzug, der auch im Almejur-Thal einen Theil der Gehänge bildet. Er ist hier nur noch schwach entwickelt und erreicht schnell sein östliches Ende. Der Hintergrund des Kessels, worin der Kaiserbach entspringt, gegen Alperschon, zeigt nur noch eine einfache Mulde der jüngern Liasglieder zwischen der vordern See-Spitz und dem Kreuz-Joch; eine kleine Aufbiegung in der Mitte des Sattels deutet die Fortsetzung des Dolomitzuges an. — Bei der Jocher Alp stehen noch ausser dem Dolomit Kössener Schichten und Dachsteinkalk an, welche einer breiten, bis Kaisers reichenden Zone von Algäu-Schichten Platz machen, in der sich der Almejur-Bach mit dem

Kaiserbach vereinigt, um diesem den Namen des weiteren Thales zu lassen. Diese Algäu-Schichten zwischen der Jocher Alp und Kaisers sind die östliche Fortsetzung von denen, welche Grabach und Bockbach trennen; sie bilden weiter im Osten die Tagwaid-Spitze und ziehen als Mulde fort bis zur Lorinser Spitze. Der weitere Verlauf des Thales bis Stög ist sehr einfach. Bei Kaisers erreicht man den Dolomit der Grubspitz (II), welcher östlich die Krystallspitzen und die Wetterspitze am Ursprung des Sulzel-Thales bildet. Wie überall liegt er unmittelbar und in gleichförmiger Lagerung auf Algäu-Schichten, welchen wiederum Adnether, Dachsteinkalk-, Kössener Schichten und der Dolomit von Stög folgen.

Ein Ueberblick des eben betrachteten Gebietes mit Rücksicht auf die westlich angrenzenden Theile zeigt, dass der Dolomit des Schafberges bei Spullers in ununterbrochenem Zug über die Grubspitz, Kaisers nach dem Wetterspitz den Nordrand einer Mulde bildet, deren Südrand aus dem Dolomitzug im Norden des Kloster- und Stanzer Thales besteht (Arzberg, Valluger Kopf, Stans-Kopf, Vorderer See-Spitz), dass diese Mulde am Schafberg wie zwischen Wetterspitz und vorderem See-Spitz einfach und von geringer Breite ist, dazwischen aber sich verbreitert und durch einen mittleren kleineren Dolomitzug auf kurze Erstreckung in zwei Mulden getheilt wird, dass endlich in der gesammten angegebenen Ausdehnung die Lagerung eine muldenförmige bleibt und wo Störungen stattfinden, dieselben in einer Umbiegung des gesammten Schichtensystems vom Rande der Mulde her bestehen. Es ergibt sich ferner, dass der Dolomit des Nordrandes der Mulde vom Lechthal an gegen Osten in seiner ganzen Erstreckung den jüngsten Gebilden eines gleichfalls südlich fallenden zweiten Liassystems aufgeschoben ist und somit erst mit diesem Nordrand oder der Hebungswelle II die Reihe der regelmässigen von Süd nach Nord gerichteten Aufschiebungen beginnt, denen wir weiter nördlich constant begegnen.

Lechthal von Stög bis Elbigenalp; Madau-Thal (Alperschon, Passeyer, Reth). — Das Lechthal liegt von Stög fast bis Elbigenalp in der Richtung des Dolomitzugs (der Hebungswelle III), den es bei dem ersteren Ort betrat. Die Schichten des Dolomits fallen südlich und sind an ihrer Nordgrenze einer Zone von eben so einfallenden Algäu-Schichten (der Hebungswelle IV) aufgelagert. Der Fluss hält sich stets nahe dieser Grenze und überschreitet sie mehrfach, so dass der Dolomit am Nordrand des Thales nur die schrofferen Vorsprünge bildet, zwischen denen die sanften Gehänge der Algäu-Schichten die Thalsole erreichen, wie bei Holzgan und abwärts von Ober-Gieblen. Bei diesem Ort setzt die Auflagerungslinie über das Thal, erreicht bei Griesau den Südabhang und indem sie über das Gebirge nach Bschlaps fortzieht, bleibt der Dolomitzug südlich vom Thal und entfernt sich mehr und mehr von demselben.

Am Südabhang zwischen Stög und Elbigenalp steigt der Dolomit höher an, erreicht aber nur theilweise die ersten Höhen, sondern überlässt diese bereits den aufgelagerten südlich fallenden Kössener, Dachsteinkalk-, Adnether und Algäu-Schichten, welche als eine schmale Zone vom Ausfluss des Grabachthales an den Dolomit von Stög begleiten und, wie alle Zonen von Algäu-Schichten in dieser Gebirgswelt, auf's Neue von Dolomit überlagert werden (Hebungswelle II). Letzterer gabelt sich von Osten her, indem er im Madau-Thal mit einem breiten aber sich schnell auskeilenden Zweig in die Zone der Algäu-Schichten hineingreift. Diese gabeln sich dadurch ebenfalls und senden einen kurzen Zweig gegen Osten in den Dolomit, so dass beide zackig in einander eingreifen. Erst südlich von diesem Ineinandergreifen zieht der Grubspitz-Kaisers-Wetterspitz-Dolomitzug ununterbrochen fort. Die Folge dieses Verhaltens ist, dass die Zone der Algäu-Schichten, welche von Westen her bis zum Madau-Thal eine bedeutende

Breite hat, bei der Gabelungsstelle ihre grösste Breite erreicht, und indem der südliche Ast sich auskeilt, nur noch in den nördlichen mit sehr geringer Breite fortsetzt, der Dolomit aber südlich von der III. Hebungswelle in der Oberflächengestaltung eine immer wichtigere Rolle erhält und sich zu bedeutenden Gebirgsmassen ausdehnt.

Dazu kommt, dass so fortlaufend auch der Zug des Dolomits II ist, dies keineswegs für die südlich anschliessende Mulde jüngerer Liasglieder gilt, jene vielgenannte Mulde I N—II S, die wir von jenseits der Spullers-Alpe in Vorarlberg bereits bis zum Alperschon verfolgten. Auch sie erreicht im Quellgebiet des Madau-Thals ihr östliches Ende, nachdem sie im Passeyer noch einmal zu bedeutender Breite angewachsen war.

Rechnet man hierzu das oben auseinandergesetzte Verschwinden aller Formationen zu Gunsten des Dolomits zwischen den Quellen des Madau-Thales und dem Inn-Thal, so ergibt sich ein allgemeines, plötzliches, sehr bedeutendes Anwachsen des Dolomits. Zwischen Elbigenalp und dem Inn-Thal ist von der östlichen hohen Wasserscheide des Madau-Thales an, mit Ausnahme einiger kleinerer Auflagerungen, nur noch ein einziger, der III. Hebungswelle angehöriger, schmaler Zug von Algäu-Schichten entwickelt. Alles Gebirge im Süden desselben ist Dolomit.

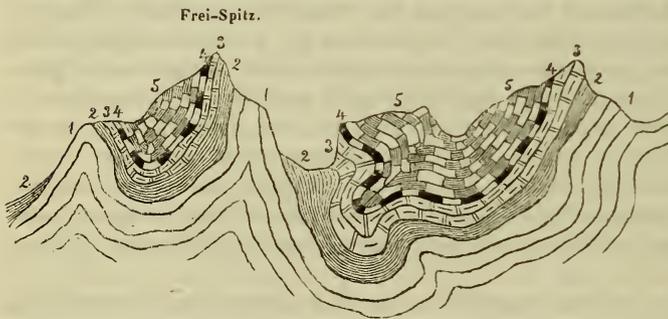
Das Thalsystem des Lendbaches oder Madau-Thales. — Wie alle Nebenthäler des Lechs, so besteht auch das vielverzweigte Madau-Thal aus einem Wechsel fruchtbarer und sanfter Thalstrecken mit wilden unzugänglichen Engen, was durch das Durchschneiden der vielgenannten Zonen von Algäu-Schichten und Dolomit bewirkt wird. Der Eingang der meisten von diesen Nebenthälern ist durch Dolomit versperrt und man muss zwei Stunden weit an der Höhe der Gehänge hingehen um in einem fruchtbaren Thalkessel des oberen Flusslaufes ein kleines armes Dorf zu finden. Meist liegt dieses an der Vereinigungsstelle mehrerer grösserer Quellbäche, an denen man aufwärts steigend noch zu Hochalpen und dann zu Bachübergängen nach den benachbarten Thälern gelangt.

Das vom Lendbach durchströmte Madau-Thal mündet bei Lend in das Lechthal. Der Dolomit (III) an der Mündung ist hier sehr schmal und man erreicht schnell über Kössener Schichten und Dachsteinkalke aufwärts steigend die Zone der Algäu-Schichten. Es tritt nun ein eigenthümliches Verhältniss ein, indem in Westen bis jenseits Madau Algäu-Schichten die Gehänge bilden, Anfangs bis zur Höhe der Wasserscheide, später nur im unteren Theil, während sie östlich als sehr schmale Zone nördlich von Buttelspitz nach Gramais hinüberziehen und dann sogleich Dolomit alle Gebirge bildet, welcher zwischen dem Grieselbach und Madau auch an den Fuss des linken Gehänges herüber zieht. Es ist dies die Stelle der zweifachen Gabelung. Madau, ein kleines Sennhüttendorf, liegt in der südlichen, sich bald auskeilenden Abzweigung des Zugs der Algäu-Schichten (III). Sie ziehen hier in einem weiten, nur gegen Nordwest geöffneten Kessel von Dolomitbergen. Zwölferkopf, Landschaftle-Kopf, Hengst-Spitz, Laimser Spitz, Saxer Spitz, Frei-Spitz und das Kreuz-Joch sind von Norden über Ost nach Süd die Höhepunkte in der weiten Dolomit-Umwallung. Alle Schichten fallen nach dem Innern des Kessels und allseitig schmiegt sich ihnen ein Band von Kössener Schichten, sehr mächtigen Dachsteinkalken und rothen Adnether Kalk an, denen endlich die Algäu-Schichten als Ausfüllung des Kessels mit muldenförmiger Einlagerung folgen.

Bei Madau münden strahlenförmig aus den südlichen Gebirgen: das Alperschon-, Passeyer- und Reth-Thal. Das Alperschon mündet in Dach-

steinkalk, der sich der nördlichen Dolomitumwallung (III) anlehnt; der Eingang ist eine überaus grossartige wilde Felsspalte, aus welcher der Wildbach schäumend über ein Haufwerk grosser, mit einzelnen Tannen bewachsener Felsblöcke stürzt. Es ist dies eine der vielen malerischen Gebirgsscenen, deren diese Querthäler eine überraschende Fülle bieten. Die breite, dem Dachsteinkalk auflagernde Zone der Algäu-Schichten (III) wird von dem Bach in einem tiefen Thal quer durchschnitten und vermag sich erst auf den Höhen in Osten und Westen zu einer fruchtbaren Landschaft zu entwickeln, insbesondere gilt die Saxer Alp auf der östlichen Höhe als eine der reichsten der Gegend. Sie wird in Süden von dem aufgeschobenen Dolomit (II) überragt. Auch die mittlere Thalstrecke des Alperschon liegt in diesen und ist tief eingesenkt zwischen Frei-Spitz und Kreuz-Joch, zweien der höchsten Berge der Gegend. Der Durchbruch der Dolomitzonen ist bei allen Querthälern des Lechthales sehr einförmig; sie erhalten in denselben meist von keiner Seite einen Zufluss; die Gehänge sind in der Tiefe bewaldet, in der Höhe steiler und werden von Tobln und tief sich herabziehendem Steingeröll unterbrochen. Wo man den Dolomit verlässt, eröffnet sich eine freiere Hochgebirgslandschaft. Von allen Seiten kommen radienförmig die Quellbäche herab und vereinigen sich an der Grenze des Dolomits. Wir befinden uns hier in

Fig. 28.



N.

S.

Schichtenstörungen an der Wand westlich von Knappenböden.

1 Unterer Dachstein-Dolomit. 2 Kössener Schichten. 3 Oberer Dachsteinkalk.

4 Adnether Kalk. 5 Algäu-Schichten.

nicht eine einförmige Muldenlagerung, sondern ist vielfach gefaltet und getheilt, wie beistehende Ansicht eines Theiles der östlichen Thalwand zeigt.

Die Adnether Kalke mit ihrer grellen hervorstechenden Färbung sind stets das leitende Element zur leichten Uebersicht der Lagerung. Oestlich sieht man die Mulde nach dem Passeyer fortsetzen, von Westen her haben wir sie bereits aus dem Kaiser-Thal verfolgt. Gegen Süden erreicht man sogleich wieder den Dolomit, über welchen der Jochsteig nach Schnau im Stanzer Thal führt.

Das Passeyer-Thal reicht mit seinen Wurzeln am weitesten unter allen Zuflüssen des Lechs gegen Süden; es hat seine Quellen am Eisenspitz und Tawin. Der einfache Dolomitzug des Vorderen See-Spitz und der Knappenböden (Prof. XIII) verbreitert sich gegen Osten und nimmt eine locale kleine Mulde von jüngeren Liasschichten auf, wie Profil XIV zeigt. Aus dieser Mulde entspringt der Passeyer-Bach. Bei Madau betritt man das Thal in Algäu-Schichten (III), mit sehr gestörter Lagerung; durch sehr mächtigen überstürzten Dachsteinkalk und Kössener Schichten kommt man in den Dolomitzug des Frei-Spitz (II), welcher

der Mulde I N—II S am Ursprung des Alperschon, den wir bereits von Süden und von Westen her erreichten. Hier, zwischen Kreuz-Joch und Vorderem See-Spitz im Westen, zwischen Frei-Spitz und Griesel-Spitz und an den Knappenböden im Osten ist die Mulde ungemein schön entwickelt; doch besitzt sie

hier sehr schmal ist, und dann in die Mulde I N—II S, welche im Passeyer noch einmal zu sehr bedeutender Breite anwächst um in Osten bald ganz zu verschwinden. Eine armselige Schafalp in diesem einsamen und verlassenem Hochthal liegt auf den dunklen Kössener Schichten; man erreicht sie über eine ungemein mächtige Stufe von parallelepipedisch zerklüfteten Dachsteinkalk. Es folgt ein zweiter Dolomitzug, der westlich den Stierkopf bildet und gleich dem ersten von geringer Breite ist. Er schliesst einen überaus wilden, ausgezackten Gebirgskessel, der mit tief ausgefressenen Scharten allseitig in die Kämme hineingreift und an seinem Grunde mit kahlem Steingeröll bedeckt ist. Ueberall sieht man scharfe Gräte, schroffe Tobl und steile Wände und man überzeugt sich nur schwer, dass eine so wilde und öde Gebirgslandschaft ganz und gar aus denselben jüngern Liasgebilden besteht, welche sonst ein so fruchtbares Gebäude zu schaffen pflegen. Die hochrothen Adnether Kalke, welche in Windungen an den Abhängen hervortreten, vermehren den wilden Anblick der Thalwände. Im Süden erheben sich der Eisen-spitz und der Tawin, deren Liasgipfel auf den Dolomitwänden ihrer südlichen Abhänge ruhen. Gegen Osten führt aus dieser Wildniss ein sehr hoher, verlassener Jochsteig zwischen Passeyer-Spitz und Schweinsrüssel nach dem Matriol-Thal. Er liegt selbst noch in dem nördlichen Dolomit der kleinen Mulde, welche im obern Matriol-Thal ihr Ende erreicht. Weiter abwärts in diesem Thal gelangt man zu einem kleinen Aufbruch vom Liegenden des Dolomits, später zu einer kleinen muldenförmigen Einlagerung jüngerer Liasglieder an der Silberspitz und steigt im Dolomit hinab nach Zams im Inn-Thal.

Das Reth-Thal endlich liegt selbst in den Algäu-Schichten von Madau, sammelt aber alle Bäche, welche aus dem äussersten Ende der Dolomitumwallung herabkommen. Wenn man sich daher nach Nord, Ost oder Süd wendet, so durchschneidet man, überall wegen des allseitigen gleichmässigen Einfallens der Schichten nach dem Innern des Kessels, das gewöhnliche Liasprofil und gelangt auf die Dolomitschichten als das Liegendste des Schichtensystems. Uebersteigt man die südliche Dolomitumwallung, so gelangt man in einen zweiten, höher gelegenen, ganz analog gebauten Kessel, welcher das östlichste Ende der Mulde I N—II S ist, die bisher im Gebirgsbau eine so wichtige Rolle spielte. Laimser Spitz, Hengst-Spitz, Blanken-Spitz und Schweinsrüssel bilden seine letzte östliche Dolomitumwallung. Auch hier fallen von Nord, Ost und Süd alle Schichten dem Innern des mit Algäu-Schichten erfüllten Kessels zu.

Gebirge zwischen dem Lech-Thale von Stög bis Weissenbach und dem bayerischen Algäu. (Profile XIII, XIV.)

Noch einfacher als im Süden des Lechthales ist der Gebirgsbau im Norden desselben bis in die Gegend von Forchach und Weissenbach, da hier die Höhenzüge und selbst die Thäler der Richtung der Hebungswellen folgen. Nur der Lech selbst durchschneidet diese wie die Höhenzüge unter schiefen Winkeln. Selbst die Senkungen, welche durch die Zonen der Algäu-Schichten verursacht werden und meist die Thäler aufnehmen, lassen sich über sein breites Thal hinweg verfolgen. Bedeutende Schwierigkeit der Interpretation bietet nur der westliche in die Gebirge des Thannberges übergende Theil. Doch haben wir diesen bereits früher erörtert und gezeigt, dass die Hebungswellen Vorarlbergs am Thannberg nur eine Unterbrechung erleiden, aber keineswegs ein verändertes System an ihre Stelle tritt.

Die Hebungswellen, wie sie sich dort beim Eintritt nach Tirol darstellten und wie sie das Profil XII zeigt, sind durch folgende Dolomitzüge bezeichnet:

1. Nordfuss des Kriegerhornes — Höllspitz — Stög — Lend — Boden (Hebungswelle III);

2. Höllspitz — Ellebogen-Spitz — Muttekopf, eine kleine nördliche Abzweigung von III;

3. Mohnenfluh — Warthhorn — Walser Kerle — Bretter-Spitz — Elmen im Lechthal (IV);

4. Auf dem Schroffen — Dolomitinseln in den Algäu-Schichten von Hinter-Hornbach; diesen sehr untergeordneten und nur stellenweise entwickelten Zug suchte ich als zu IV gehörig nachzuweisen;

5. Widderstein — Ochsenloch — Spielmannsau — Hochvogel — Schwarze Hansl-Kar jenseits des Lechthales (V).

Wegen der Einheit des Schichtenbaues mit der Anordnung der Höhen knüpfen wir die Analyse dieses Gebirgslandes am geeignetsten an die Hebungswellen an und zwar zunächst an den 3. und 5. der erwähnten Züge, da wir den 1. bereits im Vorigen betrachteten, der 2. und 4. aber sehr untergeordnet sind.

Dolomitzug der Walser Kerle und des Bretter-Spitz — Mädele-Thal — Bernhardsthal. — Wenige Dolomitzüge unseres Gebietes setzen als hohe Gebirgsketten so weit ohne Unterbrechung fort als dieser unserer IV. Hebungswelle angehörige. Seine tiefste Einsenkung am Mädele-Joch besitzt noch über 6000 Fuss Meereshöhe und der Bretter-Spitz überragt den Hochvogel, welcher lange als die höchste Spitze der Gegend galt: seine Schichten streichen wie der Zug selbst nach Stunde 5 und sind an der Nordgrenze in ihrer ganzen Erstreckung auf Algäu-Schichten vollkommen sählig und mit hohem, mauerförmigem Absturz gelagert. Mit sehr flacher Krümmung senken sie sich allmählig gegen Süd und fallen im Westen (Walser Kerle) mit bedeutender, im Osten mit geringer Neigung nach Stunde 11; es folgt ihnen mit gleicher Lagerung eine Zone von jüngeren Liasschichten. Kaum gibt es in dem gesammten westlichen Theile unseres Gebietes eine Gegend, wo diese jüngeren Liassglieder ohne Ausnahme in so ausgezeichneter Entwicklung und so ausserordentlich reich an Versteinerungen auftreten, als hier, wo zugleich allenthalben die vortrefflichsten Aufschlüsse gegeben sind, wo ferner die werthvollsten Untersuchungen bereits durch einen Escher von der Linth ausgeführt vorliegen. Dazu kommt, dass ein eifriger Sammler der Gegend, Herr Falger in Elbigenalp, dem ich seiner freundlichen Mittheilungen wegen zu besonderem Dank verpflichtet bin, die paläontologischen Schätze der Gegend leicht zugänglich macht.

Die Zone besitzt eine bedeutende Breite und wird im Süden von dem Dolomit der III. Hebungswelle überlagert, dem schon die kleinen Vorsprünge am Nordgehänge des Lechthals angehören. Ihre Schichtensysteme, insbesondere die der Algäu-Schichten, sind auf das Mannigfaltigste gewunden und gekrümmt und dies nimmt nach oben mehr und mehr zu; hingegen sind die dem Dolomit zunächst folgenden Schichten in regelmässiger ungestörter Lagerung und lassen sich vortrefflich analysiren. Herr Escher hat dies bereits in so vollständiger und ausgezeichneter Weise gethan, dass ich auf seine Darstellung der Schichtfolge im Bernhardsthal verweise <sup>1)</sup> und ohne auf diesen Gegenstand weiter einzugehen, nur noch einige Worte über das Fortstreichen der einzelnen Formationsglieder folgen lasse.

1) Escher, Vorarlberg, Beilage I. — Nach der hier gebrauchten Bezeichnung ist 1 Dolomit, 2—4 Kössener Schichten, 5 Dachsteinkalk, 6 Adnether Kalk, 7—24 Algäu-Schichten.

Die Kössener Schichten ziehen von den Walser Kerlen nach der Einsattelung zwischen der grossen Steinschart-Spitz und der Ellebogen-Spitz und bilden von hier ostwärts den Thalgrund des Schocha-Baches und weiterhin die Einsattelung, über welche der Jochsteig vom Mädele-Thal nach dem Bernhards-Thal führt. Allenthalben bezeichnen sie die Grenze der steilen Abstürze der Dolomitlette gegen die sanfteren Gehänge der jüngeren Liasglieder; sie erreichen endlich das Lechthal an der Mündung des kleinen Wasserfall-Baches, der vom Urbs-Kor-Spitz herabkommt, und gehen südlich von Elmen auf die östliche Thalwand über. Die Mächtigkeit des Schichtensystemes nimmt nach Osten bedeutend zu; überall führt dasselbe *Gervillia inflata Schafh.*, *Cardium austriacum Hau.*, *Avicula contorta Portl.*, *Spirifer uncinatus* und andere charakteristische Versteinerungen; auch das *Bactryllium striolatum Heer* kommt hin und wieder in den mergeligen schwarzen Schichten vor. Der Dachsteinkalk tritt kaum irgendwo in unserem Gebiet so reich an *Megalodon triquetus Wulf.* auf als hier, wo er neben den Kössener Schichten ein schmales Band am Südabhang der hohen Dolomitlette bildet. Seine ausgezeichnete Entwicklung wurde zuerst aus dem Bernhards-Thal bekannt, von wo die besten der bisher aufgefundenen Exemplare der Dachstein-Bivalve stammen. Allein noch ungleich vorzüglicher lässt sich das Gebilde auf dem Weg von Holzgau nach dem Mädele-Joch beobachten, der überhaupt wegen der ungemeinen Klarheit seiner geognostischen Aufschlüsse sehr lehrreich ist. Das Thal des Hech-Bachs (Mädele-Thal) durchschneidet die gesammte Hebungswelle IV, an deren nördlichem Rande er entspringt, unter einem rechten Winkel und entblösst die Lagerung in der klarsten Weise an den senkrecht durchschnittenen Wänden. Abgesehen von der grossen Mächtigkeit, welche der Dachsteinkalk an dieser Stelle besitzt, sind ihm auch die Lagerungsverhältnisse so günstig, dass man eine halbe Stunde zwischen seinen Mauern und über seine mit Bivalven und Korallen dicht erfüllten Blöcke wandert. Es setzt nämlich hier jene kleine Aufbiegung fort, welche ein wenig weiter westlich als ein kurzer von der III. Hebungswelle abgezwiegtter Dolomitzug erschien, hier aber nur noch in einer welligen Biegung des gesammten Schichtensystems angedeutet ist. An einigen Stellen, so insbesondere am Uebergang zwischen Mädele-Thal und Bernhards-Thal bildet der Dachsteinkalk besondere Kuppen und diese sind dann allemal von rothem Adnether Kalk überlagert, daher hier die so häufig angewendeten Benennungen: Rothhorn, Rothwand u. s. w., sich oft wiederholen. Die Adnether Kalke werden stellenweise, wie an dem genannten Uebergang, bis 150 Fuss mächtig, erreichen somit einen ihnen sonst nicht eigenen Grad der Entwicklung, und sind stets reich an Ammoniten aus der Familie der Arieten.

Für die Algäu-Schichten endlich ist das Bernhards-Thal, insbesondere in seinem oberen Theile, am reichsten an Aufschlüssen. Doch ist die Schichtenfolge wegen der vielfachen Windungen eben so schwer durch den gesammten Complex festzusetzen als anderswo. Für den unteren Theil hat dies Herr Escher mit bewunderungswürdiger Schärfe erreicht. Grosse Trümmermassen erfüllen jene obere Thalstrecke und enthalten eine überaus grosse Menge von Ammoniten, (Arieten und Falciferen), Belemniten und *Inoceramus Falgeri*. Ein Bild der Schichtenkrümmungen, welche diesem System eigen sind, gibt besonders die enge, spaltenartige Schlucht, aus welcher der Bach des Bernhards-Thales bei Elbigenalp hervorbricht. — In dieser Zone haben wir noch die Verschiedenheit der Schichten in der Nähe des Lechthales, also der stratigraphisch den höchsten Theilen angehörigen, von den nördlicheren, tieferliegenden zu erwähnen. Jeder der das Lechthal durchwanderte, kennt die mächtigen Complexe von rothem und grünen dünnen Hornsteinschichten, wie sie z. B. an der Brücke von Holzgau

nach einer isolirten Partie des aufgeschobenen Dolomites anstehen. Ich wies bereits früher darauf hin, dass, wie Gumbel zuerst gezeigt hat, wahrscheinlich ein Theil dieser höchsten Schichten schon jurassisch ist. Ist dies auch durch Versteinerungen bis jetzt nicht nachweisbar, so weist doch der Charakter der Schichten darauf hin. Besondere Beachtung verdient dabei der Umstand, dass erst in dieser vierten Hebungswelle die juraartigen Schichten mit Entschiedenheit auftreten; südlich derselben sind sie weder in Vorarlberg noch im westlichen Nordtirol zu beobachten. Wir werden sie im weiteren Verlauf in derselben Hebungswelle weiter östlich verfolgen, insbesondere bei Bschlaps.

Hornthal und Kette des Hochvogels. — Der Dolomit der eben betrachteten Hebungswelle liegt, wie sich aus dem Vorhergehenden ergab, längs seinem Nordrand söhlig und mit mauerförmigem Abfall auf Algäu-Schichten, welche wieder eine breite Zone bilden, in der das Hornthal parallel dem Streichen der Schichten, nach Stunde 5, eingeschnitten ist. Jenseits erhebt sich darüber mit gleichem mauerförmigen Abfall und gleichfalls mit söhlig gelagerten Schichten der Dolomit der Hochvogel-Kette, gleich dem südlichen den Algäu-Schichten aufgelagert, oder vielmehr aufgeschoben. Endlich erheben sich mitten aus der Zone der Algäu-Schichten einzelne isolirte Inseln eines nach Stunde 5 streichenden Dolomituges, welche durch Kössener und Dachsteinkalk-Schichten von jenen getrennt sind und deren Einfallen nach Süd und Nord unter die beiden hohen Dolomitketten bestimmen. Dadurch entsteht das sonderbare Lagerungsverhältniss, wie es auf Prof. XIV dargestellt ist.

Bei Vorder-Hornbach mündet das Hornthal in einer der genannten Dolomitinseln, die im Bett des Baches sehr ausgedehnt ist, sonst aber wenig zu Tage tritt. Wendet man sich von ihr aus im Walde an den Gehängen aufwärts, so überschreitet man nach Süden wie nach Norden nacheinander: Kössener Schichten, Dachsteinkalk und eine schmale Zone von Algäu-Schichten, denen unmittelbar die hohen Dolomitgebirge folgen. Hier ist die Zone schwer zu beobachten, aber weiter thalaufwärts zieht die Auflagerungslinie des Dolomits an beiden Thalwänden in bedeutendere Höhe, während die Dolomitinsel am Bach verschwindet; der ganze Thalgrund wird weithin nur von Algäu-Schichten gebildet, welche dachförmig gelagert sind und ihre Antiklinalinie in der Streichrichtung des Thales in der Gegend des Baches haben. Die Lagerung ist eine für Algäu-Schichten ungewöhnlich einfache und ungestörte. Der Stütz-Bach bringt Bruchstücke von diesen letzteren aus grosser Höhe herab und es scheint, dass hier an den Gehängen des Hochvogels auch die vorerwähnten juraähnlichen Schichten anstehen.

Das Dorf Hinter-Hornbach liegt ganz auf Algäu-Schichten. Doch schon ein wenig weiter westlich folgt eine durch einen Ring von Dachsteinkalk und Kössener Schichten getrennte Dolomitinsel <sup>1)</sup> und unterhalb der Petersberger Alp steht nach Herrn Gumbel's Mittheilung eine bedeutende Partie von rothem Adnether Kalk an, also wiederum das unmittelbar Liegende der Algäu-Schichten. Auch die Joch-Spitz im Hintergrund des Thales ist eine isolirte Dolomitkuppe. Noch weiter westlich nehmen diese Dolomitinseln ein Ende und wenn man über den Schafberg nach dem Thal des Trett-Bachs steigt, so hat man in diesem nur noch Algäu-Schichten, welche auf dem Dolomit von Spielmannsau vollkommen normal gelagert und von ihm durch Dachsteinkalk und Kössener Schichten getrennt sind. Noch weiter westlich in unserer Zone von Algäu-Schichten gelangt man endlich zu jenem schon früher bei der Darstellung der Umgegend von

<sup>1)</sup> Die von dem Profile XIV durchschnittene.

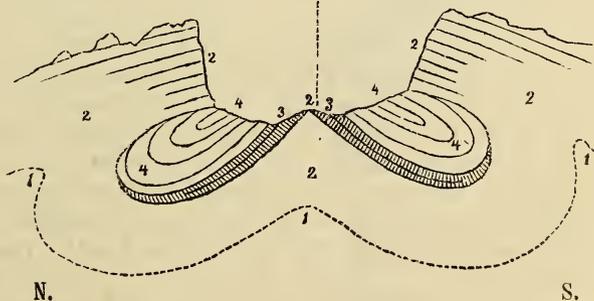
Schröcken besprochenen isolirten Dolomitzug des Schroffen, welcher allseitig von jüngeren Liasschichten begrenzt ist. — Wenden wir uns endlich, um die Zone der Algäu-Schichten vollständig zu kennen, noch von Vorder-Hornbach ostwärts, so begegnen wir östlich vom Lech keiner Spur mehr von dieser Formation. Schon am Ausgang des Hornthals verschwinden sie zwischen den beschriebenen, von unten und oben näher zusammenrückenden Dolomiten und jenseits ist nur noch Alles eine einzige Dolomitwelt.

Was nun die beiden im Süden und Norden begrenzenden Dolomitzüge betrifft, so bildet der südliche von den Walser Kerlen bis Mortenau eine stetig fortlaufende Mauer, der nördliche ist nicht so regelmässig. Wir rechneten den Hochvogel zu unserer Hebungswelle V, d. h. als unmittelbare Fortsetzung des Zitterklapfen-Widderstein-Spielmannsau-Zuges. Streng genommen ist dies nicht der Fall; denn nach den einstimmigen Darstellungen der Herren Escher und Gümbel hängt der Dolomit von Spielmannsau mit dem des Hochvogels nicht unmittelbar zusammen, sondern es ziehen die Algäu-Schichten um den westlichen Fuss des Hinteren Wilden herum nach dem Kessel-Spitz. Doch vermag diese Zerreissung des Zusammenhanges ihn noch nicht aufzuheben und es scheint im Gegentheil, dass die Unterbrechung in der Stetigkeit der im Uebrigen so einheitlichen und in ihrer ganzen Erstreckung gleichgerichteten Kette einen Anhalt zur Erklärung des im östlichen Theil so verschiedenen Gebirgsbaues gibt.

Einer genügenden Erklärung der angedeuteten Lagerungsverhältnisse der Algäu-Schichten-Zone des Hornthales, stellen sich bedeutende Schwierigkeiten entgegen. So viel ist klar, dass der durch die Dolomitinseln angedeutete centrale Zug mit der dachförmigen Lagerung der jüngeren Liasgebilde, wie wir sie weiter im Süden nirgends beobachteten, so wie die sonst in unserem Gebiete nirgends in solchem Maasse vorkommende Armuth an welligen Faltungen der Algäu-Schichten auf eine ruhige Hebung von unten nach oben ohne irgend welche seitliche Verschiebung deuten, während der südliche Dolomitzug eine gegen Norden wirkende Kraft andeutet, eine Verschiebung, wie wir sie in den Gebirgen Vorarlbergs und des Lechthales fast allgemein beobachteten, die nördliche Kette aber das genau entgegengesetzte Verhältniss anzeigt, eine von Nord nach Süd wirkende Kraft, deren Spuren im nördlichen Theil des Trias-Lias-Gebietes noch häufiger wiederkehren. Dadurch wird die grossartige Zusammenschiebung von beiden Seiten einigermassen klar. Besondere Wichtigkeit erhalten die Verhältnisse im Hornthal noch dadurch, dass sie gewissermassen der Vorläufer des Gebirgsbaues der Gegend von Reutte sind, wo wir gleichfalls mächtigen Systemen älterer Schichten begegnen, welche sich über jüngere gegeneinander wölben; doch treten dort noch die ältesten Liassglieder mit zu Tage, welche im Hornthal fehlen. Kaum dürfte nach den beschrie-

Fig. 29.

Horn-Thal.



1 Raibler Schichten. 2 Unterer Daehstein-Dolomit. 3 Kössener Schichten. Dachstein- und Adnether Kalk. 4 Algäu-Schichten.

benen Thatsachen ein anderes Verhältniss der Lagerung möglich sein als das in Figur 29 dargestellte.

Hat auch somit die Analyse der Lagerung für den östlichen und westlichen Theil unserer V. Hebungswelle keine Schwierigkeiten, so bleibt doch noch die Ungleichförmigkeit der Verhältnisse im Fortstreichen ein schwer zu erklärendes Problem.

Schwarz wasserthal. — Mit der Hochvogelkette haben wir einen breiten Dolomitzug erreicht, welcher erst an der südlichen Wasserscheide des Thannheimer Thals seine Nordgrenze erreicht. Das Lechthal durchschneidet ihn zwischen Vorder-Hornbach und Weissenbach und beide Thalwände zeigen in dieser Erstreckung nur Dolomit. Der Thalboden ist ein ödes Schuttland, in welchem der Lech sein vielverzweigtes Bett gegraben hat; nur selten, wie bei Starzach und Forchach, erhebt sich darüber eine kleine ebene und fruchtbare Terrasse. Die Schichten des Dolomits zeigen bis Forchach im Allgemeinen ein nördliches Fallen und steigen von dort bis Weissenbach wieder aus der Thalebene allmähig mit südlichem Fallen auf, so dass bei letzterem Orte sich nach und nach auch die liegenden Schichten bis zum Virgloria-Kalk herandrängen. Die Besprechung der Gegend von Reutte wird uns auf dieses Verhältniss zurückführen. — Bei Forchach ist mithin die tiefste Senkung des Schichtensystems und in der Streichrichtung dieser Senkung kommt von Westen das Schwarzwasserthal herab, das im Süden durch die Hochvogelkette vom Hornthal, im Norden durch die Leilach-Kette vom Thannheimer Thal geschieden ist. Der gesammte untere Theil des Schwarzwasserthales ist in Dolomit eingesenkt, der hier mit dichtem Nadelwald, von dem das Thal den Namen trägt, bedeckt ist. Im oberen Theil folgt jedoch eine muldenförmige Einlagerung von jüngeren Liasschichten, welche Alpen tragen. Der Hochwaldspitz und Kesselspitz an der Grenze gegen das Algäu bezeichnen die Mächtigkeit, zu welcher jene Schichten hier gelangen. Unmittelbar an der Wasserscheide gegen das Thannheimer Thal folgt dann eine weitere muldenförmige Einlagerung, welche aber erst jenseits zu bedeutender Entwicklung gelangt.

#### Umgebung von Reutte, Vils und Thannheim.

Das weite, in vielen Armen vom Lech durchströmte Thal von Reutte durchschneidet tief einen ostwestlich streichenden mächtigen Schichtenaufbruch und entblösst daher an seinen Wänden in klarer Weise die Lagerungsverhältnisse. Aus den Geröllmassen, mit welchen der Lech in der Weitung eine mehr als eine halbe Meile breite Ebene schuf, ragen einzelne Inseln von älteren Schichten hervor, welche die Entblössungen der Thalwände vervollständigen. Der Gebirgsbau ist im Allgemeinen ganz analog dem eben beschriebenen des Hornbachthales, dort schliessen zwei ungefähr ostwestlich streichende Züge von älteren Gesteinen eine breite Einsenkung von jüngeren Schichten ein, welche beiderseits unter jene einfallen. Es zeigte sich dies Verhältniss im Westen des Hornthales sehr entwickelt, da mitten aus den Algäu-Schichten noch ein Dolomitzug auftaucht, während im Osten der Lech Alles abschneidet und jenseits des Flusses nur in der Schichtenstellung des allein herrschenden Dolomits die Spuren zu verfolgen sind.

Dasselbe Verhältniss findet bei Reutte statt; nur ist es hier ungleich verwickelter. Auch hier lässt sich ein nach Westen an Breite wachsender Zug jüngerer Lias- und Jurabildungen, aus dessen Mitte Dolomite hervortreten, von Reutte gegen Westen verfolgen und von beiden Seiten wölben sich ältere Schichten über dieselben

hinweg; aber während im Hornbachthal unterer Lias auf oberem Lias ruht, sind hier die tiefsten Triasglieder auf Juraschichten gelagert. Wie dort, so schneidet auch hier der Lech im Osten das ganze Lagerungsverhältniss ab, und jenseits des Thales wird es nur noch durch die Lagerung der Triasschichten und des Dolomites angedeutet. — Der mittlere Zug der jüngeren Lias- und Juragebilde beginnt an den Gehängen über Am-Lech und Höfen mit geringer Breite und nimmt im Westen, indem seine Ausdehnung bedeutend wächst, das Birkthal, das Thannheimer- und das Vilsalpen-Thal auf. Das gesammte von ihnen eingenommene Gebiet ist im Allgemeinen ein sanfteres Gebirgsland, in welchem nur der aus der Mitte herausgehobene Dolomit des Gaishorns sich zu bedeutender Höhe erhebt (6990 Fuss), während die beiden begrenzenden Gebirgszüge sich durch eine fortlaufende Kammhöhe mit einzelnen Hochgipfeln auszeichnen. — Das nebenstehende Profil (Fig. 30) dürfte ein richtiges Bild der Lagerungsverhältnisse der Gebirge von Reutte geben.

Gegend südlich von Reutte bis Heiterwang und Weissenbach. — Reutte liegt ein wenig nördlich von der Antiklinallinie der von Nord und Süd aufsteigenden Triasysteme, am östlichen Ende des von ihnen eingeschlossenen Gebietes der jüngeren Schichten. In diesem schuf der Lech die Thalweitung, während er durch jene hochaufragenden Gebirgszüge sich schwerer Bahn brach. Wendet man sich von Reutte südlich über den Pass Ehrenberg nach Heiterwang oder dem Lech entlang nach Weissenbach, so gelangt man auf beiden Wegen durch die gesammte Folge der Trias aufwärts bis in den Lias. Halten wir uns zunächst östlich vom Lech, so ist Verrucano von hier noch nicht bekannt geworden, das tiefste Glied sind Virgloria-Kalke, welche den Ehrenbühel und einige andere aus der Thalebene inselförmig hervorragende Hügel zusammensetzen. Herr v. Hauer fand darin die bei der stratigraphischen Ueber-

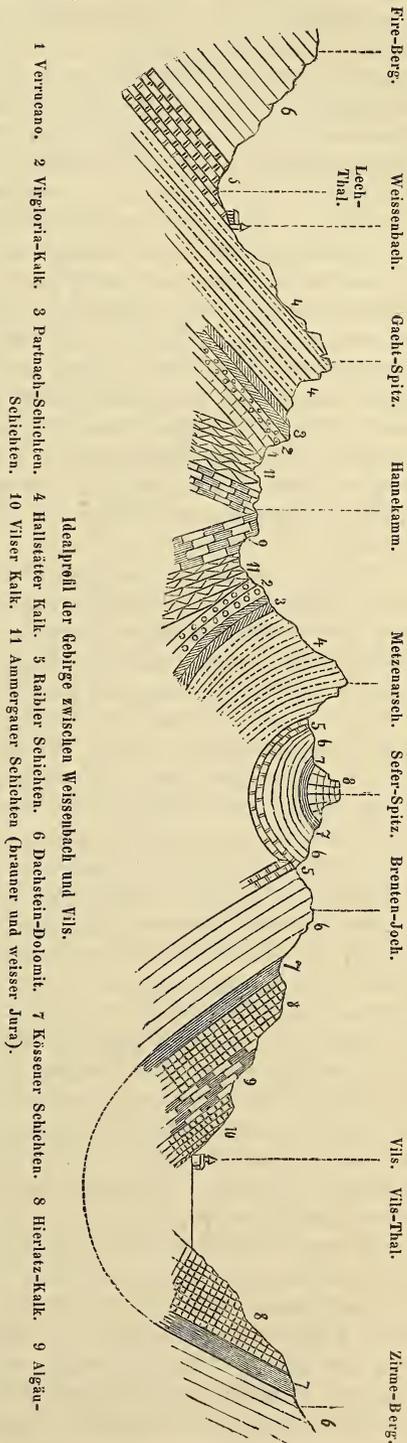


Fig. 30.

Idealprofil der Gebirge zwischen Weissenbach und Vils.

1 Verrucano, 2 Virgloria-Kalk, 3 Parnach-Schichten, 4 Hallsäter Kalk, 5 Raibler Schichten, 6 Dachstein-Dolomit, 7 Küssener Schichten, 8 Hierlatz-Kalk, 9 Algäu-Schichten, 10 Vilsener Kalk, 11 Ammergauer Schichten (branner und weisser Jura).

sicht (Bd. X dieses Jahrbuches, S. 94) angeführten Versteinerungen, welche dem Kalk sein bestimmtes Niveau anweisen. Auch das Gestein der Handstücke lässt unzweifelhaft unsere Virgloria-Kalke erkennen. Das aus der Thalebene weiter südlich aufsteigende Gebirge, welches die Strasse am Pass Ehrenberg übersteigt, beginnt mit südlich fallenden Partnachmergeln. Sie treten hier ganz wie in Vorarlberg auf, als schwärzliche in rhomboidische Täfelchen und griffelförmige Stücke zerfallende schiefrige, etwas kalkige Mergel mit sparsam eingelagerten klotzigen, knollig zerklüftenden Kalken. Versteinerungen fanden sich nicht darin. Ihnen folgt Hallstätter Kalk, welcher den gesammten Schlossberg zusammensetzt und an der Strasse fast bis Heiterwang anhält. Kein Gestein erinnert noch an die Arlbergkalke; es herrschen nur jene weissen feinkörnigen Kalke, welche mit constantem Charakter durch ganz Nordtirol fortsetzen. Mit Ausnahme eines von Herrn Gumbel neu entdeckten, wahrscheinlich demselben Zuge angehörigen Vorkommens im Algäu ist die Gegend von Reutte der westlichste Punkt, von wo diese Gebilde bekannt sind. Allein schon mit diesem ersten Erscheinen treten sie sogleich massenhaft und gebirgsbildend auf und bilden westlich von Reutte die höchste Spitze der Gegend, den Metzenarsch oder Gimpelberg (7062 Fuss). Die Hallstätter Kalke des Schlossberges werden von den südlich folgenden Dolomitgebirgen durch die Einsenkung des Archbaches geschieden, in welcher Herr v. Hauer die Raibler Schichten von Rieden am Lech bis zum Heiterwanger See nachwies.

Weniger klaren Aufschluss gewähren die Gehänge im Osten von Reutte. Das gesammte Gebirge besteht aus Dolomit und nur die flachen, mit Graswuchs bedeckten Hügel zwischen dem steileren Gebirgsabhang und der eigentlichen Thalebene sind aus dem Liegenden des Dolomits zusammengesetzt. Die Raibler Schichten sind hier durch mächtige Massen von Rauchwacke und Gyps vertreten, welche besonders das hügelige Gelände um das kleine Bad Kreckelmoos bilden und an der Mündung des Zwiefelbaches, südöstlich vom Unrein-See anstehen. Ihnen schliessen sich Hallstätter Kalke an, welche östlich von Mühl beide Gehänge des vom Plan-See herabkommenden Archbaches bilden und in Reutte selbst die Kirche tragen.

Der Weg am linken Lechufer von Reutte über Wengle und Höfen nach Weissenbach scheint für das früher angedeutete Lagerungsverhältniss das lehrreichste Profil zu entblößen. Bis Höfen herrschen nur Lias-Fleckenmergel und Juraschichten, deren allgemeines Fallen nach der Darstellung auf der vom montanistischen Verein herausgegebenen Karte im Allgemeinen dachförmig nach Nord und Süd gerichtet ist. Doch sind nach Herrn v. Hauer die Schichten so vielfach gebogen und gekrümmt, dass sich dies mit Sicherheit nicht feststellen lässt. Die Juraschichten sind durch ihren Reichthum an Hornstein und ihre rothe Färbung ausgezeichnet. Herr v. Hauer fand einzelne mächtige Complexe, welche nur aus rothen geschichteten Hornsteinen bestehen, also genau so ausgebildet sind, wie bei Holzgau. Bei Wengle führen diese Schichten jurassische Aptychen. Am Abhange über Höfen beginnt die Entwicklung der Trias, deren tiefste Glieder dem Jura aufgelagert sind. Es scheint, dass hier schon Verrucano vorkommt. Die Herren v. Hauer und Freih. v. Andrian fanden im Bette des Hirschbaches sehr zahlreiche Trümmer eines rothen Quarzconglomerats und eines grauen den „doleritischen Sandsteinen“ der Südalpen ähnlichen Gesteines. Thalaufrwärts nehmen diese Blöcke ungemein an Menge zu, bis die enger zusammentretenden Thalwände ein weiteres Aufsteigen verhindern. Es scheint indess mit Sicherheit das Vorkommen von Verrucano auf der Höhe der Hannekamm-Alp hieraus hervorzugehen. Am tieferen Abhange bei Höfen und Hornberg

folgt den Juraschichten unmittelbar Virgloria-Kalk, der schon einen kleinen isolirten Hügel unmittelbar hinter Höfen bildet und sich nach dem Gacht-Spitz hinaufzuziehen scheint. Es folgen, stets mit südlichem Falle, Partnachmergel, die Fortsetzung derjenigen vom Pass Ehrenberg, endlich Hallstätter Kalk, in welchem der Pass Gacht eingesenkt ist. Bei Weissenbach treten Raibler Schichten zwischen jene und den südlich sich anschliessenden Dolomit. Sie übersetzen den vom Pass Gacht herabkommenden Bach und sind westlich von demselben als Rauchwacke und Gyps, in welchem Brüche angelegt sind, östlich als Mergel und Sandsteine entwickelt. Der ihnen auflagernde Dolomit setzt bis Vorder-Hornbach fort, von wo wir ihn oben beschrieben.

Gegend zwischen Thannheim und dem Dolomitzuge des Leilach-Spitzes. — Wo die Auflagerungslinie der älteren Formationen auf die Juraschichten sich aus dem Lechthal westlich gegen die Höhe des Gebirges hinanzieht, verschwinden die tieferen Triasglieder. Am Pass Gacht liegt nur noch ein kleiner Theil des Hallstätter Kalkes auf Jura und am Südgehänge des Birkthales wie an der Leilach-Spitz bleibt auch dieser in der Tiefe; nur Dolomit lagert hier noch auf Fleckenmergeln und fällt mit steilem Absturze auf deren sanftere Gehänge ab. Es ist wahrscheinlich genau dasselbe Verhältniss, wie es das Profil XIV am Südabhänge des Hornthales darstellt. Noch weiter westlich endlich, am Luche-Spitz, Kälbeles-Eck und Lahner Spitz, geht die Ueberstürzung allmählig in eine regelmässige Mulde über: Kössener Schichten folgen dem Dolomit und tragen ihrerseits Algäu-Schichten und Jurabildungen, welche von hier bis jenseits des Thannheimer Thales die Hauptrolle in der Oberflächengestaltung spielen. Die rothen jurassischen Hornsteine, welche im Osten an die Auflagerungslinie herantreten, entfernen sich mit dieser allmählichen Aenderung des Lagerungsverhältnisses mehr und mehr von den älteren Schichten und bilden nach Herrn v. Hauer, Gümbel und v. Andrian einen Zug vom Rothen-Spitz über den Traualpen-See nach dem Wanna-Spitz und von hier östlich über den Sitnischroffen und den Pass Gacht nach der Hannekamm-Alp, um dann erst jenseits des Thannheimer Thales wieder aufzutreten.

Die Dolomite, welche aus diesem von Algäu- und Jura-Schichten gebildeten Gebiet auftauchen, scheinen nach den Beobachtungen genannter Herren zwei Züge zusammensetzen, welche ihre Höhepunkte im Gaishorn und Bescheisser erreichen und durch muldenförmige Einlagerungen jüngerer Liasschichten von einander getrennt sind.

Gegend nördlich von Reutte und Thannheim über Vils bis zur Flyschgrenze. — So wie wir südlich von Reutte das überstürzte Lagerungsverhältniss des Aufbruches in seinem westlichen Fortstreichen allmählig in ein muldenförmiges übergehen sahen, so findet dies auch im Norden Statt. Während aber dort der Dolomit des Leilach-Zuges der Anfang einer breiten Zone war, aus welcher sich erst viel weiter südlich allmählig die Lagerungsverhältnisse des Hornthales entwickeln, wird im Norden der Dolomit bald von jüngeren Schichten überlagert und es stellen sich in schneller Folge einige kurze Hebungswellen bis zur Grenze der Flyschzone ein. Der vom Thannheimer Thal durchschnittene Dolomitzug vom Wanna-Joch über den Einstein und Sefer-Spitz nach dem Musauer Berg übernimmt hier die Rolle des südlichen Leilachzuges. Auch diese Hebungswelle ist im Osten einseitig mit ihrem nördlich fallenden Theil entwickelt und liegt mit Zwischenlagerung der hochansteigenden Triasschichten auf den Juragebilden von Wengle. Bei Kren bleiben die Triasschichten in der Tiefe, der Dolomit wölbt sich unmittelbar über den Jura hinweg und trägt selbst wieder

jüngere Schichten; auch hier tritt dann bald die Hebungswelle reiner und normaler auf und bei Schattwald verlässt sie Tirol am Wanna-Joch in gleicher Ausbildung wie der Leilachzug am Lahner Spitz zeigte. Verfolgen wir den Zug in seinen einzelnen Theilen, so nimmt wiederum zunächst der Triasaufbruch von Reutte besonderes Interesse in Anspruch. Diese Formation gelangt hier zu weit bedeutenderer Entwicklung als im Süden gegen Weissenbach und Heiterwang. Auf den Juragebilden von Wengle lagern mit nördlichem Fallen unmittelbar Virgloria-Kalke mit denselben Versteinerungen wie am Ehrenbüchel; sie bilden einen stetigen Zug mit constanter Lagerung bis jenseits Nesselwang und werden begleitet von den Partnachmergeln, welche eine Einsattelung am Fusse der mächtigen Gebirge von Hallstätter Kalk bilden. Schafschroffen, Metzenarsch und Gern-Spitz bezeichnen die Höhenpunkte, zu welchen diese Formation über alle anderen Gebirge der Gegend ansteigt. Bei Ober-Lotze erreicht sie das Thal des Lechs, welcher durch dieselbe zu einem weiten östlichen Bogen genöthigt wird, und setzt jenseits, wie es scheint, mit veränderten Lagerungsverhältnissen, im Säuling (6611 Fuss) und dem bayerischen Hochplatt (6371 Fuss) fort. Im Kalke bei Ober-Lotze fand Herr v. Hauer *Chemnitzia scalata* und der *Nullipora annulata Schafh.* ähnliche Gebilde. Dem Hallstätter Kalk dieses Zuges ist sehr häufig ocherige Erde in Nestern eingelagert. Noch jetzt wird am Säuling Bergbau darauf getrieben und am Seebach nordwestlich von Reutte sieht man unzählige kleine ehemalige Eisengruben und allenthalben Schlacken, welche beweisen, dass die Erze an Ort und Stelle verschmolzen wurden. Aehnliche Gruben und Schlackenhalde kennt Herr Gümbel auf bayerischem Boden an der Nordseite des Säuling. Die Raibler Schichten begrenzen auch hier den Nordabhang des Gebirges gegen den Dolomit. Sie sind als Schiefer und Sandsteine entwickelt und führen am Pilgersteig nördlich vom Säuling viel Rauchwacke.

Der Dolomit des vorerwähnten nördlichen Zuges vom Wanna-Joch nach Pinzwang und Pflach am Lech tritt nicht in seiner ganzen Erstreckung so gleichmässig auf als der südliche Leilachzug. Besonders beachtenswerth für die Auffassung der Lagerungsverhältnisse ist der bereits von Herrn Escher von der Linth <sup>1)</sup> beobachtete und von Herrn Fr. Ritter v. Hauer in gleicher Weise aufgefundene Streif von Rauchwacke und Sandsteinen der Raibler Schichten, welcher nördlich von der Seferspitze in westöstlicher Richtung vom Seebachthal nach den westlichen Zweig des Kue-Thales streicht. Ausserdem finden sich häufige Auflagerungen von jüngeren Schichten, welche theils die beiden Ränder begleiten, theils sich über den Rücken selbst hinwegwölben. Es gehören hieher die Gesteine von Kren, von Vils und der Sefer-Spitz, deren gegenseitiges Verhältniss das schöne von Herrn Gümbel entworfene Profil <sup>2)</sup> darstellt. Über Vils hinaus scheinen die in dem genannten Profil mit nördlichem Fallen eingelagerten Schichten als eine muldenförmige Einlagerung fortzusetzen, welche sich jenseits an den Dolomit des Zirneberges anlehnt, der westlich nach dem Axle-Kopf, östlich nach Füssen fortsetzt.

Die Schichtenentwicklung des oberen Lias weicht von den südlicher beobachteten Verhältnissen bedeutend ab. Wie dort, so beginnt er auch hier mit Kössener Schichten, welche dem Dolomit conform auflagern und nördlich von Schattwald zu bedeutender Mächtigkeit gelangen; sie treten bei der Pfronten-Alp und am Wislerberg in bedeutender Erstreckung als Decke des Dolomitzuges auf und lassen diesen nur stellenweise, wie nördlich von Steig, zu Tage treten.

<sup>1)</sup> Vorarlberg. S. 43 und 48.

<sup>2)</sup> Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. Bd. VII, S. 31.

An der Stelle von Megalodus reichen Dachstein- und Adnether Kalk erscheint Hierlatzkalk, mächtige weisse Kalke, welche, wie am Dachstein, zu selbstständigen Berggipfeln ansteigen; sie bilden die Höhe des Sefer-Spitz und sind im Norden dem Dolomit als ein stetiger Zug von Ackerstein über Vils und Nieder-Pinzang angelagert. Erst weiter westlich, an der Grenze der Trias-Lias- gegen die Flyschzone bei Jungholz fand Herr Baron Andrian die typischen Adnether Kalke. Die Algäu-Schichten sind an den Gehängen des Thannheimer Thales allenthalben sehr mächtig, während sie bei Vils in nur unvollkommener Entwicklung die Hierlatzkalke vom Jura trennen. Die stratigraphischen und geognostischen Verhältnisse der letzteren Formation sollen im dritten Theile dieser Abhandlung ausführlicher beschrieben werden.

Gegend zwischen dem Lech-Thal von Elbigenalp bis Weissenbach, dem Inn-Thale von Landeck bis Telfs und der Landesgrenze gegen Bayern.

Die Gebirgswelt zwischen dem oberen Lechthal und der Grenze des Urgewirges verliessen wir an der östlichen Wasserscheide des Madau-Thales als ein weites Dolomitland, in welchem sich die vielen bisherigen langgedehnten und breiten Zonen von jüngeren Liasschichten auf eine einzige schmale, der III. Hebungswelle angehörige reducirt haben und jene Gebilde nur stellenweise in kleinen isolirten muldenförmigen Faltungen auftreten, wo ferner die Triasschichten der Arlbergstrasse unter dem Alles überwölbenden und bis an die krystalinischen Schiefer herantretenden Dolomit verschwunden sind, um nur hier und da unter demselben in einem zufälligen Durchbruch zum Vorschein zu kommen. Eben so verliessen wir die nördlich sich anschliessende, vom Lechthal durchbrochene Gebirgswelt bei diesem Thal als ein einiges Dolomitgebiet, das nur durch eine einzige breite Zone von Algäu- (und Jura?-) Schichten, die Fortsetzung derjenigen von Elbigenalp und dem Bernhardsthal, unterbrochen wird. Eine Linie, von Reutte über Elbigenalp nach Landeck, welche unser jetzt zu betrachtendes Gebiet westlich begrenzt, ist daher zugleich eine bedeutsame Scheidelinie für den Gebirgsbau. Die Hebungswellen von Vorarlberg und dem obersten Lechthal mit ihrem einfachen und doch gliederreichen Schichtenbau streichen bis hieher stetig fort und entwickeln sich zuletzt noch einmal mit besonders complicirter Gestalt. Plötzlich ist statt der reichgegliederten Schichtenentwicklung nur ein einziges Glied in ungemeiner Mächtigkeit vorhanden, um allein die Hebungswellen fortzusetzen. Nur in der III. und IV. der letzteren treten noch die jüngeren Liassglieder als wesentliche Factoren auf, aber um ebenfalls bald dem Dolomit zu weichen. Ich wies bereits früher darauf hin, wie das Zurücktretten dieser Formation durch das Erscheinen einer anderen gleichsam ersetzt wird, indem die Hallstätter Kalke, welche sich bereits bei Reutte allmählig einschoben, schnell eine ungemein wichtige Rolle erlangen und in ähnlicher Weise mit Dolomit wechselnde Zonen bilden, wie früher die Algäu-Schichten; nur gelangen sie zu ungleich bedeutenderer Ausdehnung und wo wir bei Seefeld in ein östlicheres Gebiet übergehen, bestehen die Kalkalpen bis zur bayerischen Grenze aus einer Zone von Dachsteindolomit und einer zweiten von Hallstätter Kalk. Es ist daher die Hauptaufgabe bei der Betrachtung des gesammten vorliegenden Gebirgslandes, die allmähliche Aenderung der Formationen und Hebungswellen in ihrem Fortstreichen zu verfolgen. Wir beginnen im Süden und Westen und wenden uns gegen Norden und Osten.

Südgrenze des Kalkgebirges zwischen Landeck und Imst. — Den ausgezeichneten Triasaufbruch an der Arlberger Strasse hatten wir früher bis

auf die Berge zwischen Flirsch und Pians verfolgt und gezeigt, wie hier der Dolomit allmählig die Trias überwölbt. Dieser nach Osten (Stunde 5) fortstreichenden Wölbung entlang führt die Strasse zwischen Landeck und Imst, indem sie sich bald mehr, bald weniger der Antiklinallinie nähert. In der ersten (Landeck-Starkenbach) und letzten (Mils-Gurggelsgrün) Strecke des Weges bleibt sie südlich von derselben, daher hier die überaus steilen und glatten Wände, mit denen das Gebirge in das Thal abfällt; sie werden durch die fast senkrecht nach Süden fallenden Dolomitschichten des Gewölbes gebildet; daher jene stellenweise neben der Steilwand aufragenden schneidigen Felskeile, welche im Profil als hohe Obelisksen erscheinen und von denen einer die Burg Schroffenstein trägt. Jenseits Mils fällt die Wand unmittelbar in den See und die Strasse muss sich hoch an ihr hinaufziehen, um auf den Schichtenköpfen hinführen zu können. Nur zwischen Starkenbach und Mils öffnen sich die Wände und bringen die mächtigen Gebirge des Senftespitz zum Vorschein. Wilde, fast unzugängliche Thäler, welche ein Meer von Dolomittrümmern herabführen, eröffnen dem Blick die grossartigen Gebirge des Scheiderückens gegen das Lechgebiet und indem sie das genannte Gewölbe als die hemmende Vormauer durchbrechen, haben sie dasselbe bis in sein Innerstes blossgelegt. Die Strasse tritt bis an dieses heran. Mächtige Massen von gelber Rauchwacke, in Form von Obelisksen und Ruinen ausgewittert, bilden hier die tiefsten Theile der Gehänge und geben sich, indem sie den Dolomit unmittelbar unterteufen, deutlich als Vertreter der Raibler Schichten zu erkennen, welche daher hier noch in derselben Weise ausgebildet sind, wie in Vorarlberg. Gegenüber dem Dorfe Schönwies sieht man die Rauchwacke deutlich einen Kalkrücken überwölben, welcher in kurzer Erstreckung und in unvollkommener Entblössung daraus hervortritt. Er besitzt vollkommen die Eigenschaften der Arlbergkalksteine und es scheint, dass hier der östlichste Punkt ihres Auftretens ist. Im Starkenbach ist der Rauchwackezug noch auf kurze Erstreckung entblösst, es folgt ihm das Dolomitgewölbe, und auf der Höhe des Silberspitz sieht man jüngere Liasschichten anstehen, welche wir als ein isolirtes Vorkommen bereits im Metriolbach erwähnten. Ob, wie wegen der allgemeinen Streichrichtung (Stunde 5) zu erwarten wäre, oberhalb Imst noch einmal die Rauchwacke unter dem Dolomit erscheint, vermochte ich nicht zu entscheiden.

Südlich vom Inn steigen zwischen Landeck und Imst nicht unmittelbar die krystallinischen Schiefer aus dem Thal auf, sondern es tritt ein schmaler Kalkzug dazwischen, welcher nördlich vom Thal, südlich von einer von Zams nach der Mündung des Pizbaches gezogenen Linie begrenzt wird. Der Bau desselben ist sehr einfach, indem hier nur eine nochmalige Aufbiegung des Triasdolomit-Systems stattfindet, welches nördlich vom Inn gewölbartig gebogen ist. Das Innthal stellt daher eine Mulde dar, und wie jenseits das Einfallen steil südlich (Stunde 11) war, so ist es hier eben so steil nördlich (Stunde 23). Einige Modificationen finden nur hinsichtlich der mehr oder weniger vollständigen Entwicklung der Trias statt. Die Mulde des Innthales wird von Dolomit gebildet und dieser steigt längs des Thalrandes aus demselben auf. Er wird unterteuft von Rauchwacke der Raibler

Schichten, welche eine flache Einsenkung bildet; sie beginnt bei Zams, wo sie unmittelbar dem Thonglimmerschiefer aufzulagern scheint, setzt südlich von

Fig. 31.

Schloss  
Inn-Thal. Kronburg.

N.

S.

1 Glimmerschiefer. 2 Arlberg-Kalk. 3 Rauchwacke der Raibler Schichten. 4 Unterer Dachstein-Dolomit.

dem Schloss Kronburg fort, wo diese Einbuchtung besonders charakteristisch ist, und scheint noch weit fortzuziehen; zugleich schieben sich gegen Osten wahrscheinlich mehr und mehr die älteren Triasglieder ein, da die vom montanistischen Verein herausgegebene Karte bei Schönwies und Arzl rothen Sandstein angibt.

Der Tschürgant, ein durch drei tiefe Thaleinsenkungen vollkommen isolirtes Gebirge, dessen höchster Gipfel zu 7275 Fuss (Sander und Walter) ansteigt, scheint durchaus aus Dolomit zu bestehen und eine Fortsetzung der erwähnten gewölbartigen Lagerung zu bilden. Auf der Höhe bemerkte Herr Franz Ritter v. Hauer hellere Schichten, die vielleicht einer jüngeren Formation angehören.

Dolomitgebirge zwischen dem Madauthal und Nassereith. — Die Dolomite des Innthales setzen mit mehrfachen, den westlichen Hebungswellen entsprechenden gewölbartigen Biegungen gegen Norden fort, bis sie in einer westöstlichen (Stunde 5), vom Buttelspitz über Gramais und Boden nach der Tegesalp gerichteten Linie in überstürzter Lagerung den Algäu-Schichten der Hebungswelle III aufliegen. Im westlichen Theil ist die Auflagerung unmittelbar, im östlichen schieben sich mächtige Triasschichten ein. Jenseits Nassereith setzt dieses Verhältniss fort und die Trias gewinnt dort in den Hallstätter Kalken die Oberhand über den Dolomit.

Die östliche Dolomitumwallung des Thalkessels von Madau bildet im Hengstspitz, Landschaftleopf, Zwölferkopf und Buttelspitz die Wasserscheide gegen das Gramaisthal, welchem weiterhin, durch Parzinkopf, Gufelspitz und Partalspitz getrennt, das complicirtere Thalsystem von Boden folgt. Gramais und Boden, zwei armselige Hochgebirgsdörfer, liegen auf einer schmalen Zone von Algäu-Schichten, welche quer über beide Thäler zieht. Bei den letzten Häusern von Gramais beginnt die südliche Dolomitwelt, in deren Oeden ein vielverzweigtes System schroffer Thäler hinaufreicht. Eine kleine Unterbrechung der Steinwüste soll an dem See stattfinden, welcher in dem Kessel nördlich von der Gufelspitze liegt. Hier bricht rother Marmor, welcher auf eine muldenförmige Einlagerung von Kössener Schichten, Dachsteinkalk und Adnether Kalk schliessen lässt. In der That bringt auch der Bach des östlich angrenzenden Parzinerthales, welches bei Boden mündet, Bruchstücke aller jüngeren Liasgebilde mit herab.

Bei Boden werden die Verhältnisse ungleich mannigfaltiger. Den klarsten Aufschluss über dieselben gibt der

Jochübergang von Tarenz über das Steinjöchl Pfaflar nach Boden. — Man kommt hier der Reihe nach auf folgende Formationen: 1. Diluvium, welches das Gurglthal weithin und bis zu beträchtlicher Höhe ausfüllt; eben so mächtig und in gleicher Beschaffenheit steht es bei Darrenz, Obsteig, Miemingen und im Luetasch an. Es besteht fast ganz und gar aus Urgebirgsblöcken, welche zum Theil eine bedeutende Grösse erreichen. 2. Dolomit mit stets südlichem Fallen (Streichen: Stunde 5—5½). Er erscheint zuerst in der Tiefe des Salvesen-Baches und bildet bald die Gebirge links und rechts, den Rauchberg, Kehreberg, Platteinkopf und die Sparkenköpfe. Er hält beinahe bis auf das Joch an. Kurz vor demselben erscheinen: 3. Raibler Schichten, theils als gelbe Rauchwacke ausgebildet, theils in Gestalt mergeliger Kalke und Sandsteine. Sie bilden östlich die Einsattlung zwischen Kehreberg und Heiterwand, während sie gegen Westen nach Pfaflar hinabzuziehen scheinen, so dass der Weg und Bach in ihnen führen; zwar sind sie bis zu diesem Dorf hinab verdeckt, aber kurz vor demselben beobachtete sie Herr v. Hauer als griffelartig zerfallende Schiefer, welche von den charakteristischen Sandsteinbänken begleitet sind. 4. Hallstätter Kalk keilt als letzter Ausläufer der Heiterwand bei Boden aus. Herr Gumbel beobachtete ihn noch südwestlich von diesem Ort; mit ihm keilen sich auch die Raibler Schich-

ten aus; denn unmittelbar westlich vom Parziner-Bach ist von der ganzen Folge nur noch Dolomit vorhanden. 5. Partnachmergel wurden von Herrn Berg-rath v. Hauer noch unmittelbar vor Boden beobachtet. Alle Schichten fallen südlich; ihnen folgen 6. Algä u-Schichten, unter die Trias einfallend und im Norden auf Dachsteinkalk u. s. w. ruhend.

Ehe wir die mächtige Entwicklung dieser bei Boden auf kleinem Raum zusammengedrängten Formationen gegen Osten verfolgen, haben wir noch ein sehr merkwürdiges Gebilde zu betrachten, welches wir als 7. Gosau-Conglomerat des Muttekopfes bezeichnen. Man findet nämlich bei dem Jochübergang schon oberhalb Pfaflar, am meisten aber abwärts gegen Boden, eine ungeheure Menge grosser Blöcke eines sehr festen Conglomerates von eckigen Bruchstücken der Gesteine aus allen Formationen der Gegend; es geht über in feine Sandsteine und gelbe Mergel. Herr Gümbel entdeckte den merkwürdigen Ursprung dieser Blöcke auf der Höhe des Muttekopfes, welcher 8756 Fuss hoch ansteigt. Das Gestein bildet nicht nur die gesammte Gipfelmasse dieses verzweigten Gebirges, Herr Gümbel sah dasselbe auch nach dem Platteinkopf und gegen den Grossen Hanlis fortsetzen. Derselbe vermuthet auch, dass es noch am Gufelspitz auftrete und es könnte dann vielleicht mit dem erwähnten rothen Marmor von dort im Zusammenhange stehen. Welcher Formation dies Conglomerat angehört, lässt sich mit Sicherheit noch nicht entscheiden; doch fand Herr Gümbel an anderen Orten (Urschelau) in demselben Gestein Orbitaliten und nimmt daher auch das des Muttekopfes als der Gosauformation zugehörig an.

Verfolgt man das interessante Schichtenprofil, welches der Jochübergang von Tarenz nach Boden entblösst, weiter gegen Osten, so sieht man die Hallstätter Kalke schnell an Mächtigkeit ungemein zunehmen. Schon eine Meile östlich von Boden bilden sie das Gebirge der Heiterwand, dessen weisse Kalkgipfel die Nachbarschaft weit überragen; im nordwestlichen Theil derselben war früher Bergbau auf Zink. Zwischen dem Hallstätter Kalk dieses Gebirgszuges und dem Dolomit des Kehrberges und des Rauchberges ziehen die Raibler Schichten nach dem Galzeinthal <sup>1)</sup>, das in ihnen eingeschnitten ist, während im Norden noch einmal die Partnachmergel auftauchen. Die Herren v. Hauer und Gümbel fanden sie auf einer Anhöhe westlich von der Tegesalp, wo das ganze System, wie bei Boden, auf Liasfleckenmergeln ruht. Oestlich dagegen fanden die genannten Herren am Tessenbach noch eine Dolomitpartie, die sich zwischen Hallstätter Kalk und jüngeren Lias einschiebt, aber ohne Zwischenlagerung von Raibler Schichten.

Das Galzeinthal bei Nassereith verdient noch einer besonderen Erwähnung. In demselben ziehen südlich fallende Raibler Schichten herab, welche die Systeme von Hallstätter Kalk und Dachstein-Dolomit trennen. Auf dem Wege von Nassereith trifft man anfangs unter dem Dolomit Rauchwacke an, welche einen kleinen Kopf vor dem Eingange in das Thal zusammensetzt. Ihr folgen die anderen mergeligen und sandigen Gesteine der Raibler Schichten, welche hier vortrefflich entwickelt sind, ohne indess eine Mächtigkeit von 40—50 Fuss zu überschreiten. Rein schiefrige Varietäten, kalkige Schichten und Sandsteine, insbesondere auch die weiter im Westen fehlenden Riesen-Oolithe, wechseln ohne Ordnung mit einander. Petrefacten sind häufig und charakteristisch vorhanden. Allein anstatt dass unmittelbar darunter die Hallstätter Kalke folgen sollten, fand Herr v. Hauer einen Kalkstein, welcher die Dachsteinbivalve

1) Auf den Generalstabskarten Gastein-Thal genannt.

in zahlreichen, gut charakterisirten Exemplaren enthält<sup>1)</sup>. Derselbe ist dünn geschichtet, verwitterte Flächen erscheinen gern gelb gefärbt, der Bruch ist muschelrig, das Gestein springt sehr leicht, beinahe wie Glas. Man hat in demselben an vielen Stellen kleine Versuchsbaue angelegt, deren einer Spuren von Galmei zeigt.

Oestlich von Nassereith setzen die beschriebenen Lagerungsverhältnisse in gleicher Weise fort.

Gegend von Gramais, Elmen, Bschlaps, Namles bis Pass Fern, Lermoos und Plan-See. — Wir wenden uns zu den letzten östlichen Ausläufern der regelmässigen Hebungswellen, zu dem Fortstreichen der III. und IV. des Profils XIV. Die III. Hebungswelle durchzieht das Gramais-Thal fast in seiner ganzen Erstreckung vom Ausflusse bei Unterhöfen bis aufwärts nach Gramais. Die Schichten des Dolomits fallen mit grosser Regelmässigkeit nach Süden und tragen Kössener Schichten, Dachsteinkalk und Fleckenmergel in nicht bemerkenswerther Entwicklung, denen, wie erwähnt, bei Gramais wiederum Dolomit aufgelagert ist. Der Uebergang von Gramais nach Boden führt zwischen diesem und dem nördlichen Dolomitzuge, stets in der schmalen Zone der Algäu-Schichten. Bei Boden ist die Breite der letzteren überaus gering, während der Dolomit derselben Hebungswelle (III) bis nach Bschlaps reicht und eine wildromantische Thalstrecke mit engen und tiefen Schluchten bildet. Weiter gegen Osten zieht er nach dem Wetter-Spitz und senkt sich tief hinab in das Namleser Thal und zum Namleser Joch, von welchem, wenn man den Weg von Boden aus einschlägt, noch einmal unter schwierigen Lagerungsverhältnissen Rauchwacke der Raibler Schichten erscheint. Jenseits des Joches steigt der Dolomit zum Rudeger Spitz an, thalabwärts zieht er sich weit an den Gehängen hinab, fast bis Namles. Im Süden liegen zwischen dem Dolomit des Wetter-Spitz und Rudeger Spitz und dem Hallstätter Kalk der Heiterwand Fleckenmergel des Lias, wie es scheint ohne Vermittelung von Kössener Schichten und Dachsteinkalk. Erst östlicher vom Kemple-Spitz gibt die Karte des montanistischen Vereines rothen Adnether Kalk an. Die sanfte Mulde, welche durch diese jüngeren Schichten geschaffen wird, nimmt nach Osten an Breite ab, während der Dolomit der Hebungswelle sich mehr und mehr ausdehnt. In ihm liegt der Pass Auf der Fern und das überaus romantische Thal von Fernstein mit dem malerischen Schlosse Sigmundsberg, welches in der Tiefe auf einer dunkelbewaldeten Insel im See liegt. Bei Biberwier endigt der Dolomitzug, es treten östlich ganz andere Verhältnisse ein.

Die Hebungswelle IV ist bei weitem gleichförmiger entwickelt und verläugnet nirgends den ausgezeichneten Schichtenbau, der ihr im Bernhardsthal eigen ist. Von ihrem Dolomit ist nichts zu sagen, als dass er sich mit nördlicheren Dolomiten verbindet und bis zum Triasaufbruch von Reutte fortsetzt. In ihm liegt das Namleser Thal von Namles abwärts und das Rothlechthal unterhalb Berwang. Er bildet das Schwarze Hanse-Kar, den Neualp-Spitz, Thanneller Berg, Axl-Joch u. s. w. und zieht über Heiterwang nach dem Plan-See fort, in dessen Umgebung er seine grösste Ausdehnung erreicht. Das gesammte waldreiche Jagdgebiet ist fast ausschliesslich auf Dolomit gelegen. Blattberg, Brent-Joch, Tauernberg, Altenberg, Ammerwald, Geyer-Kopf u. s. w. bezeichnen die hauptsächlichen Höhenpunkte desselben.

<sup>1)</sup> Nach Herrn G ü m b e l's neuesten Untersuchungen ist es eine von *Meg. triquetra* verschiedene Art, die derselbe *Meg. columbella G.* nennt.

Die jüngeren Liasglieder setzen zwischen Griesau und Elmen auf das östliche Lechufer; im Norden sind sie dem Dolomit aufgelagert, im Süden fallen sie unter den der folgenden Hebungswelle ein. Ihre Gliederung lässt sich am besten von Elmen gegen den Kessel-Spitz verfolgen. Auch hier hat Herr Escher sie mit bewundernswürdiger Genauigkeit beschrieben<sup>1)</sup>; doch liess sich dies nur für die unterste Abtheilung ausführen; die Algäu-Schichten sind, wie überall, vielfach gefaltet. Auf der Höhe des Kessel-Spitz werden sie von jüngeren jurassischen Schichten überlagert, welche auch hier durch rothe Hornsteine charakterisirt sind. Weiterhin bilden diese Formationen die Gipfelmassen und südlichen Gebänge vom Pleure-Kopf und Tauber-Spitz, ferner den Kreuz-Spitz, die Nordgehänge des Kessel-Spitz und ziehen mit stets südlichem Fallen über das Namleser Thal hinweg. Namles selbst liegt auf Kössener Schichten. Gegen Osten scheint das Lagerungsverhältniss allmählig in ein muldenförmiges überzugehen. Der Zug nimmt hier zwischen dem Kalten Joch und Schlire-Kopf, so wie zwischen Berwang und dem Rothen Stein eine bedeutende Breite ein und es erscheinen hier an der nördlichen wie an der südlichen Dolomitgrenze zuerst Kössener Schichten in aussergewöhnlich mächtiger Entwicklung, Dachsteinkalk und Liasfleckenmergel, wogegen die Adnether Kalke zurückzutreten scheinen. Die nördlichen Kössener Schichten kommen bei Büchelbach in das Thal hinab, die südlichen bei Lermoos. Statt aber jenseits in gleicher Weise fortzusetzen, theilt sich hier die gesammte Zone mehrfach. Ein Zug von Kössener Schichten, welcher durch die grosse Zahl seiner Versteinerungen ausgezeichnet ist, zieht beiderseits von Dolomit begrenzt über das Heberthal-Joch nach dem Vereinigungspunkte des Naderbaches mit der Loisach. Ein zweiter Zug erfüllt das breite Thal von Lähn bis Lermoos bis zu den steilen Dolomitgehängen; er wird von der vollständigen Folge der jüngeren Liasschichten gebildet; bei Lähn steht eine sehr bedeutende Masse von Adnether Kalk an. Bei Lermoos zweigt sich von der nach Osten hinübersetzenden Zone abermals ein schmaler Zug Kössener Schichten ab, der zwischen Dolomiten nach dem Eibsee fortzieht.

Gegend zwischen Nassereith, Lermoos, Eibsee und dem Thale Luetasch. — Der gesammte nördliche Theil unseres Trias-Lias-Gebietes wendet sich in seinem östlichen Fortstreichen auf bayerisches Terrain, daher wir nur die südlichen Zonen zwischen Nassereith und Lermoos weiter zu verfolgen haben. Wir verliessen dieselben in dem Durchschnitte, welchen die beiden vom Pass Fern herabkommenden Thäler bilden, mit ziemlich einfachen Verhältnissen: Ein Dolomitgewölbe (zwischen Lermoos und Sigmundsbürg) trägt im Norden und Süden jüngere Schichten; die nördlichen sind muldenförmig gelagert, die südlichen fallen nach Süden unter ein mächtiges Triassystem, das wesentlich aus Hallstätter Kalk besteht und von Dachsteindolomit überlagert wird. Die ganze letztere Folge fällt südlich.

Dieses einfache Verhältniss ändert sich nach Osten bedeutend. Das südliche Triassystem wölbt sich in schneller Zunahme weiter über den Dolomit, die nördlichen jüngeren Liasschichten von Lermoos hingegen kommen weiter nach Süden und so kommt es, dass das breite Dolomitgewölbe zwischen beiden bald verschwindet und der Hallstätter Kalk unmittelbar an die jüngeren Schichten herantritt. Jener gewinnt daher ungeheuer an Ausdehnung und trägt erst im Osten einen schmalen aufgelagerten Zug von Dolomit. Dazu kommt, dass im Norden ein zweiter westöstlicher Zug von Hallstätter Kalk auftritt, welcher halb dem bayerischen, halb dem tirolischen Gebiete angehört; es ist der Zug der Zug-

<sup>1)</sup> Vorarlberg. Beilage 3. Seite 70.

Spitze, der später ungemein wichtig im Gebirgsbau wird, während der südliche Zug im Osten bald unter Dolomit verschwindet.

Der südliche Zug der Hallstätter Kalke erreicht seine Höhenpunkte im Wanneck (7868 Fuss Sander und Walther), Grünstein (8577 Fuss S. und W.), Mieminger Berg und Hohen Mundi und bildet mit seinen schroffen weiss leuchtenden Abstürzen eine überaus imposante Kette. Steigt man von Süden nach einer der Einsattelungen hinan, so gelangt man über steil südlich fallenden Dolomit und eine Zone von Raibler Schichten, welche von Nassereith bis zum Kochenthal am Südabhange bleibt, in den Hallstätter Kalk, welcher die südliche Fallrichtung beibehält. Herr Fr. R. v. Hauer stieg am Strangbache, in der Strassberger Klamm, der Erzberger Klamm und dem Kochenthal nach den Abhängen hinauf und fand allenthalben dasselbe Verhältniss. Die Raibler Schichten sind reich an Versteinerungen und mit Rauchwacke verbunden. Der Nordabhang ist am Wanneck noch genau eben so wie an der Heiterwand und im Tessenbache. Auch hier fällt unter den Hallstätter Kalk zunächst Dolomit ein ohne Zwischenlagerung von Raibler Schichten; darunter folgen Lias-Fleckenmergel und der Dolomit von Fernstein. Erst mit dem tiefen steilwandigen Thale, das vom Grünstein nach Nordwest hinabzieht, wird das Verhältniss ein anderes, indem der Hallstätter Kalk gegen Norden, die jüngeren Schichten von Lermoos gegen Süden vorgeschoben sind und an einander treten. Ehe wir uns zu diesen jüngeren Schichten wenden, betrachten wir den nördlichen Zug von Hallstätter Kalk.

Südlich von Garmisch, Partenkirchen und Mittenwald in Bayern erhebt sich eine der grossartigsten Bergketten der nördlichen Kalkalpen. Sie wird vom Isarthal in das westliche Wetterstein- und das östliche Karwendel-Gebirge getheilt und besteht fast ausschliesslich aus Hallstätter Kalk. Die Zugspitze (9326 Fuss), der Wetter Schroffen (9064 Fuss), Kothbachspitz (8125 Fuss), Scharnitz-Spitz (8463 Fuss), Drei Thörl-Spitz (8199 Fuss), Karl-Spitz (7753 Fuss), Wetterstein (7832 Fuss) bezeichnen die Höhenpunkte westlich der Isar, das Karwendel-Gebirge erreicht seine bedeutendste Erhebung im Karwendel-Spitz (7974 Fuss). Ueber den Kamm des Gebirges und alle genannten Höhen verläuft die bayerische Grenze, so dass der Südabfall ganz und gar nach Tirol gehört. Oestlich vom Karwendel-Spitz liegt das Gebirge nur noch auf tirolischem Gebiet und lässt sich bis gegen Jenbach im Innthal verfolgen. Besondere Wichtigkeit erhält der Zug von Hallstätter Kalk dadurch, dass es sich am Karl-Spitz gabelt und dem Karwendel-Gebirge parallel ein zweites, ungleich mächtigeres und selbstständigeres Gebirge entsendet. Es bildet die Wasserscheide zwischen den Thälern Hinterriss und Hinterau und erreicht das Innthal bei Stans. — Das Streichen der Schichten wie der Gebirgszüge ist meist Stunde 7, das Fallen ist im Allgemeinen nach Süden gerichtet.

Die Zugspitze mit dem Plattacher Ferner bildet den westlichsten Grenzpfiler des mächtigen Gebirgszuges und erregt durch ihre imposante Massenhaftigkeit ein um so höheres Interesse, als sie so plötzlich aus dem umgebenden Gebirge aufsteigt. Nähert man sich der Zug-Spitze von Norden oder Westen, so sieht man unter den überaus steilen, mehrere tausend Fuss hohen Wänden des Hallstätter Kalkes eine Zone von älteren Gesteinen den Fuss des Massivs bilden. Es sind dies echte Guttensteiner Kalke der unteren Trias und über ihnen Partnachmergel. Unzweifelhaft sind auch die Virgloria-Kalke zwischen beiden vorhanden. Die ersten Guttensteiner Kalke beobachtete Herr v. Hauer an den Wänden über der Ehrwalder Alpe, sie ziehen im westlichen Bogen als breite Zone um das Gebirge herum bis an die Abhänge bei Partenkirchen. Die Partnachmergel hat Gumbel hier entdeckt und lehrte die Partnach-Klamm als ihren

wichtigsten Fundort kennen, wo sie zu sehr bedeutender Mächtigkeit anwachsen. Der Hallstätter Kalk erreicht ebenfalls eine Mächtigkeit, welche wohl 3—4000 Fuss betragen mag. Herr Conservator Schafhäütl wies ihn noch auf dem höchsten Gipfel der Zug-Spitze nach, von dem jene äusserst charakteristischen organischen Gebilde stammen, welche er als *Nullipora annulata* bezeichnete; sie blieben überall einer der sichersten Anhaltspunkte für die Erkennung des Hallstätter Kalkes, wiewohl der stets deutlich ausgeprägte petrographische Charakter ein solches Merkmal überflüssig macht.

Dieses vortrefflich entwickelte Triassystem der Zug-Spitze ruht im Norden und Westen auf Dolomit, während es im Süden in eine aus Hallstätter Kalk gebildete Mulde übergeht, in welcher sich Jura- und Kreide-Gebilde abgelagert haben. Diese letztere Mulde scheint von überaus grosser Wichtigkeit für die Geschichte der Hebungen des Landes. Sie beginnt bei Biberwier und Ehrwald, wo Jura überaus entwickelt auftritt, zieht im Gaisachthale aufwärts, bei der Pestcapelle und unter den Rothmooswänden nach dem Paitenthale; wo dieses in das Luetsch mündet, scheint die Einlagerung zu Ende zu sein. Herr Bergrath v. Hauer hat die muldenförmige Einklemmung der Schichten zwischen die Hallstätter Kalke deutlich beobachtet, insbesondere zwischen Scharnitz-Spitz und Gehren-Berg. Die jurassischen Glieder treten mit denselben petrographischen Eigenschaften wie bei Elbigenalp und Reutte auf; über ihnen liegen lichtgraue fleckige Mergel, welche sich durch *Aptychus Didayi* als vom Alter der Rossfelder Schichten erweisen.

Die grosse, muldenförmig gelagerte Masse von Hallstätter Kalk zwischen Zug-Spitz und Luetsch steht mit dem mächtigen südlicheren Zug des Hoch-Mundi nur in der Gegend der Pestcapelle am Uebergange von Loisch nach dem Isargebiete in Zusammenhang. Zwischen beiden und ihrem Streichen parallel ist die tiefe Einsenkung des Gaisthales, welche vom Achen-Bach durchflossen wird. Die Wände dieser Einsenkung bestehen aus Dolomit, der in schwer zu erklärendem Verhältnisse zu den Hallstätter Kalken der höheren Gehänge steht. Doch scheint es, dass die Schichten des Hoch-Mundi nach Nord, Ost und Süd steil unter den Dolomit und mit Vermittelung der Raibler Schichten einfallen.

Die von Telfs gegen Nordost gerichtete Einsenkung des Luetsch-Thales schliesst den südlichen Zug von Hallstätter Kalk gegen Ost ab, Dolomit überwölbt ihn und behauptet weiterhin allein den Platz. Das Thal ist sehr breit und voll Gerölle. Die Dolomite und Kalke der benachbarten Gebirge liefern dazu fortwährend unendliche Massen von Material. Ausserdem sind Urgebirgsblöcke in grosser Menge zerstreut und aus dem Gaisthale werden sehr zahlreiche Bruchstücke der Jura- und Neocomien-Schichten herabgeführt. Dem sehr breiten Dolomit folgt im Norden Hallstätter Kalk, dessen Zone um so breiter ist, als hier schon die Theilung des Wettersteinzuges begonnen hat, beide Gebirgszüge aber noch nicht durch eine tiefere Einsenkung oder durch jüngere Schichten getrennt sind. So kommt es, dass wir östlich vom Luetsch-Thale nur noch Eine Dachstein-Dolomit- und Eine Hallstätter-Kalk-Zone haben.

#### Seefeld.

Seefeld liegt in einem ausgetrockneten Seebecken mitten in der eben erwähnten Dachstein-Dolomit-Zone, welche zwischen Leibeltingen und Scharnitz eine Breite von mehr als anderthalb Meilen hat. Die plattigen Kalke mit Fischresten, so wie die bedeutende Asphaltgewinnung machten den Ort schon

früh bekannt und haben eine ansehnliche Literatur über ihn hervorgerufen<sup>1)</sup>. Man hat den fischführenden Schichten eine sehr verschiedene Stellung angewiesen, je nachdem man von rein petrographischem Gesichtspunkte das Gestein verschiedenen Formationen einreihete oder die Schlüsse auf paläontologische Untersuchungen baute. Dass das fischführende Gestein den dunklen Dolomiten eingelagert sei, wurde mehrfach erkannt und insbesondere auch von Pichler<sup>2)</sup> hervorgehoben. Ich wies bereits mehrfach darauf hin, wie die dünnplattigen und schieferigen, asphaltreichen dolomitischen Kalke nicht auf Seefeld beschränkt seien, sondern im Westen noch häufig vorkommen. Herr Bergrath v. Hauer fand sie bei Leibelfingen am Inn, ferner oberhalb Aschbach am Südabhange des Wanneck und am Birgsee in der Nähe des Passes Auf der Fern, wo zugleich grosse Drusen von Bitterspathkrystallen das Gestein durchsetzen. Ich fand sie sehr ausgezeichnet und mächtig am Wege von Reutte nach dem Plan-See, wo bei warmem Wetter Asphalt aus den Schichten ausfließt, und an der früher beschriebenen Stelle zwischen Stög und Ellebogen im Lechthale, wo man auch einen fossilen Fisch gefunden haben soll. An allen diesen Orten bildet das Gestein in gleicher Weise Zwischenschichten im Dolomit und seitdem es gelungen ist, das Alter des letzteren durch den Fund des *Megalodon triquetus* als unterliassisch nachzuweisen, darf die stratigraphische Stellung der Fischschiefer von Seefeld als sicher gelten. Es ist bekannt, dass Heckel den allgemeinen Charakter der Fische als dem Lias entsprechend betrachtete, während Agassiz sie der Trias näher glaubte. Kann man auch jetzt die Ansicht von Heckel als die der geognostischen Stellung entsprechendere bezeichnen, so gibt doch die Geschichte von der verschiedenen Ansicht zweier so vorzüglichen Ichthyologen ein deutliches Zeugniß mehr zu den vielen schon vorhandenen von dem überaus langsamen und allmähigen Uebergang der Trias- in die Lias-Formation in den Alpen.

1) Ueber die Special-Literatur theilte mir Herr Bergrath Franz Ritter v. Hauer gütigst folgende Notizen mit:

Müller: Beschreibung der in Tirol üblichen Art das Steinöl zu bereiten. Abhandlungen einer Privatgesellschaft in Böhmen. V, Seite 333. 1782.

Flurl: Notizen über das Vorkommen des Brandschiefers und die Benützung desselben zur Gewinnung von Steinöl zu Seefeld. — Moll's Jahrbuch. III, Seite 196—203. 1815. — Zeitschrift des Ferdinandeums. V, Seite 282.

Murchison: Ueber die bituminösen Schiefer und fossilen Fische von Seefeld. *Phil. Mag. and Ann. of Philos. New Ser. Vol. V, Nr. 31, Juli 1829*, Seite 19. — v. Leonh. und Bronn's Jahrbuch. 1830, Seite 125.

Boué: Ueber Coprolithen von Seefeld. *Journ. de Géologie. I, p. 107*.

Münster: Fische und Caulerppit von Seefeld. v. Leonh. und Bronn's Jahrbuch. 1836. Seite 581.

Russegger: Ueber den Asphalt und sein Vorkommen zu Seefeld in Tirol. — Bericht über die VII. Generalversammlung des geogn.-mont. Vereins für Tirol und Vorarlberg. Seite 23—46.

Heckel: Fische von Seefeld. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1850, I, Seite 696.

Foetterle: Asphaltproduction von Seefeld. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. VII, 196.

Kraynag: Analyse von Asphaltgesteinen aus Seefeld. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. VII, Seite 372.

Ausserdem wird in fast allen geognostischen Beschreibungen der nordtirolischen und südbayerischen Alpen der Fischschiefer von Seefeld Erwähnung gethan.

2) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. VII, Seite 372.

#### IV. Gebirge zwischen Seefeld und den Berchtesgadner und Salzburger Alpen.

Der östliche Theil unseres Trias-Lias-Gebietes ist ausgezeichnet durch das Vorwalten des Hallstätter Kalkes im Gebirgsbau, das mächtige Auftreten des Gutensteiner Kalkes, durch den Versteinerungsreichthum der Raibler und Kössener Schichten, die bedeutende Abnahme der Liasfleckenmergel und das Zunehmen local aufgelagerter Jura- und Neocomien-Gebilde, endlich durch die vielfachen Ablagerungen jüngerer Schichten in tiefen Buchten. In der Anordnung walten zwar immer noch die früheren Hebungswellen mit bewundernswürdiger Regelmässigkeit vor; doch finden häufiger Unterbrechungen und Störungen statt.

Herr Professor Pichler hat vor kurzer Zeit die Resultate seiner überaus genauen und sorgfältigen Untersuchungen des in Rede stehenden Gebietes mitgetheilt, und als die neuesten Beobachtungen eine Aenderung seiner Deutungen nothwendig machten, das ganze Gebiet während unserer Anwesenheit einer genauen Revision unterworfen. Die Art und Weise der Vereinbarung der früher aufgestellten mit der später als richtig erkannten Schichtenfolge theilte derselbe später in einem besonderen Nachtrage mit, so dass die Arbeit an ihrem grossen Werthe und ihrer Brauchbarkeit dadurch nichts verloren hat. Ich verweise daher auf diese Abhandlung und beschränke mich hier darauf, neben der allgemeinen Darstellung der Verhältnisse manche neue Beobachtungen nachzutragen; sie betreffen besonders das Gebiet der Riss und die Gegenden von Brixlegg und Kufstein. — Herrn Pichler's Abhandlung erstreckt sich über das gesammte Gebiet von Seefeld bis Kufstein. Ueber das Kaisergebirge gedenkt derselbe demnächst seine Beobachtungen zu veröffentlichen und über die weiteren Theile gegen Bayern und das Salzkammergut liegen die werthvollsten Arbeiten von Emmrich vor, so dass wir auch hier uns darauf beschränken werden, das Neue anzuführen und das schon Bekannte möglichst übersichtlich in den Rahmen der neuen Anschauungen und Resultate zu bringen.

#### Gebirge zwischen Innsbruck und der Riss.

Der südlichere Zweig des Wettersteingebirges verläuft vom Scharnitz-Spitz mit einem Streichen nach Stunde  $7\frac{1}{2}$  als Wasserscheide zwischen Hinterau- und Riss-Thal, später zwischen Vomper- und Stallen-Thal nach Vomp im Innthale, eine mächtige Gebirgskette, welche nur aus Hallstätter Kalk gebildet und im Westen vom Isar- und Karbendel-Thale in ihrem stetigen Verlauf unterbrochen wird. Sie bildet eine natürliche Grenzscheide für den Gebirgsbau der Gegend von Innsbruck und Scharnitz, indem an ihrem steilen Nordabfalle die Hallstätter und Gutensteiner Kalke mit senkrechtem Abbruche auf jüngere Schichten aufgeschoben sind, während im Süden ein System sehr eigenthümlich angeordneter gewölbartiger Aufbiegungen folgt. Die letzteren sind sämmtlich von Hallstätter Kalk gebildet und erheben sich zu mächtigen Gebirgsketten, welche gegen Osten unter sehr spitzen Winkeln convergiren und sich zu einer einzigen Gebirgswelt von Hallstätter Kalk vereinigen. Gegen Westen nehmen die Bergketten allmählig Mulden von Dolomit zwischen sich auf und verschwinden nach und nach unter diesem; endlich herrscht dieser allein und bildet das Dolomitgebirge von Seefeld, so dass bei der kartographischen Darstellung dieses und die östlichen Hallstätter Kalkgebirge fingerförmig in einander eingreifen und die versteinerungsreichen Raibler Schichten, welche an der Grenze nirgends zu fehlen

scheinen, in zickzackförmigem Verlaufe die westlichen Ausläufer der Hallstätter Kalkgebirge umziehen. Nördlich vom Scharnitzspitz-Vomperjoch-Zuge ist von dieser Anordnung keine Spur mehr vorhanden.

Verfolgt man die einzelnen Aufbiegungen näher, so findet die erste Gabelung des östlichen Gewölbes gegen Westen in der Gegend des Vomper Joches statt, wo (1.) der Hauptzug nordwestlich (Stunde  $19\frac{1}{2}$ ) gegen den Scharnitz-Spitz, ein secundärer Zug (2.) westlich (Stunde  $18\frac{1}{2}$ ) über den Speckkor-Spitz, Lavatscher Spitz, das Gleirsch-Joch nach dem Hoch-Gleirsch verläuft. In der langgezogenen schmalen Dolomitmulde zwischen beiden, welche bis östlich vom Haller Anger reicht, ist das Hinterau- und Lavatsch-Thal und das Lavatsch-Joch eingesenkt. Vom zweiten Zuge zweigt sich am Lavatscher Spitz ein dritter ab, welcher, durch das Stemper Joch getrennt, mit westlichem Streichen (Stunde 17) über die Frau Hütt nach dem Grossen Solstein fortsetzt und mit jenem das erst unterhalb des Jägerhauses dolomitische Gleirschthal einschliesst. Auch dieses Gewölbe spaltet sich noch einmal in zwei. Der Hallstätter Kalk des südlicheren bildet die Martinswand.

Alle diese Bergketten sind in ihrem westlichen Theile als einfache regelmässige Gewölbe ausgebildet, während sie im Osten, wo sie in einander übergehen und gegen das Innthal abfallen, einen etwas verwickelteren Bau zeigen, der noch durch ungeheure Diluvialanhäufungen unkenntlich gemacht wird. Ich gehe daher zunächst zur Darstellung des Abfalles der Gebirge gegen das Innthal von der Martinswand bis Schwaz über. Ueberall erreicht man bald den Hallstätter Kalk, und da mit ihm stets geregeltere Verhältnisse eintreten, so brauchen wir allenthalben nur bis zu ihm aufzusteigen.

Abhang zwischen der Martinswand und dem Thaurer Joch am Haller Salzberge. — Bei Innsbruck sind alle Gehänge bis hoch hinauf mit Diluvialconglomerat bedeckt, daher die Aufschlüsse in den unteren Theilen selten und fast nur in tiefen Rissen, wie in dem durch Herrn Pichler bekannt gewordenen Höttinger Graben, oder an steileren Abstürzen, wie in den Umgebungen der Martinswand. Besonders klar sollen die Verhältnisse am Thaurer Joch sein. Diese drei Punkte genügen, um den sehr ausgezeichneten Gebirgsbau am Gehänge aufzuklären. Das Thaurer Joch ist eine nach Stunde 5 streichende Einsattelung zwischen zwei Gebirgen von Hallstätter Kalk. In ihrer Tiefe stehen Werfener Schichten und zu den beiden Seiten derselben Virgloria-Kalk an, so dass sie sich mit grosser Klarheit als ein gewölbartiger Aufbruch erweist. Die Schichtenfolge ist nach beiden Seiten normal und fällt steil ein; wahrscheinlich werden auch die Partnachmergel unter dem Hallstätter Kalk nicht fehlen. Nördlich gelangt man in den Hallstätter Kalk des dritten unserer vorgenannten Züge; südlich ist die Formation wenig entwickelt; es folgen ihr mächtige Raibler Schichten und oberhalb Thaur taucht noch nach Herrn Pichler's Beobachtung Dolomit in geringer Entblössung unter dem Diluvium auf. Es kann daher hier nur eine einzige gewölbartige Aufbiegung der älteren Schichten vorhanden sein. Ein westlicheres locales Zutagetreten von rothem Sandstein, knolligem Virgloria-Kalk und Rauchwacke bei der Vintl-Alp ist von geringer Bedeutung, da abwärts der ganze Abhang verhüllt ist.

Eine Meile weiter westlich, im Höttinger Graben, dessen Schichtenprofil Herr Pichler mit äusserster Genauigkeit mitgetheilt hat <sup>1)</sup>, ändern sich die Verhältnisse, indem hier zwei gewölbartige Aufbrüche von rothem Sandstein

<sup>1)</sup> A. a. O. Seite 721.

deutlich zu Tage kommen, die durch eine Mulde von knolligem Virgloria-Kalk, Rauchwacke und Partnachmergeln von einander getrennt sind; dieselben Triasglieder folgen am Abhange unterhalb der unteren Aufbiegung, so wie über der oberen zwischen rothem Sandstein und Hallstätter Kalk, welcher mit söhligler Lagerung bis zum höchsten Kamm des Gebirges ansteigt, um jenseits mit schnellem Wechsel steil gegen Norden unter den Dolomit zu fallen. Versteinerungen fanden wir in keiner Schichte des Höttinger Grabens. Von besonderer Wichtigkeit wären solche für die dunklen Mergel, welche zwar dem Partnachmergel vollkommen gleichen, aber zum Theil unter Verhältnissen auftreten, welche vermuthen lassen, dass sie dem rothen Sandstein näher stehen und vielleicht ein Aequivalent der in Vorarlberg zuweilen über den rothen Sandsteinen lagernden Mergel sein könnten. Eine überaus grosse Mächtigkeit erreicht an den Gehängen oberhalb Innsbruck die gelbe Rauchwacke, welche ein Vertreter des Guttensteiner Kalkes sein dürfte.

Die Martinswand an der Strasse von Innsbruck nach Zirl entblösst dieselben Verhältnisse noch einmal in ausgezeichnete Weise. Unmittelbar hinter dem Dorfe Kranabiten durchschneidet der Weg ein sehr spitzes Dach von Virgloria-Kalk; der südlich fallende Theil desselben steht am schönsten in den Steinbrüchen bei dem Kerschbuchhof ungefähr 200 Fuss über der Strasse mit 80° Neigung an. Der vielen von Herrn Pichler aufgefundenen Versteinerungen, welche hier in dem knolligen Kalk vorkommen, wurde bereits Erwähnung gethan. Wendet man sich von den Steinbrüchen westlich nach der Schlucht über den Häusern von Kranabiten, so gelangt man zu den inneren Schichten des steilen Gewölbes; zuerst erscheint gelbe Rauchwacke in bedeutender Mächtigkeit und unmittelbar unter ihr ein Ausbiss von rothem Sandstein. An der Strasse endlich erkennt man beide Theile des Gewölbes. Das erste Anstehende sind wieder Bänke von schwarzem Virgloria-Kalk, mit 50° Neigung nach Norden fallend; er enthält Crinoiden-Stiele. Weiterhin stehen noch einige Male bald die südlich, bald die nördlich geneigten Schichten des Daches an; den letzteren liegen die Hallstätter Kalke der Martinswand auf. — Dieses Gewölbe scheint die Fortsetzung des unteren im Höttinger Graben zu sein, die des nördlichen dürfte im Zuge des Solstein zu suchen sein.

Der ganze Abhang zwischen der Martinswand und dem Thaurer Joch durchschneidet somit, wenn wir von den tertiären und diluvialen Ablagerungen absehen, unter schieferm Winkel zwei gewölbartige Aufbiegungen, welche sich gegen Osten in Eine vereinigen. Sie schliessen eine mit ihrer eigenen Divergenz nach Westen an Breite wachsende Mulde ein, welche im Höttinger Graben nur aus den ältesten Triasgliedern gebildet wird, westlich aber die ganze Masse des Hallstätter Kalkes der Martinswand und des Höheberges in sich aufnimmt, die sich über die nördliche Aufbiegung hinwegwölbt und den grossen Solstein bildet.

Hall 1). — Die geognostischen Verhältnisse des Haller Salzberges sind bereits so vielfach beschrieben worden, dass ein weiteres Eingehen auf dieselben

1) Special-Literatur:

Ausweis der Salz-Erzeugung in den Salinen zu Hall in den Jahren 1793—1802. Sammler für Geschichte und Statistik in Tirol. III, 221.

Karg: Nachricht über das Salzbergwerk in Hall. Moll's Ephemeriden. 1808, IV, S. 199—244, 357—374.

Boué: Ueber Lavatsch. *Journ. de Géologie*. I, p. 190.

Kopf: Beschreibung des Salzberghaues zu Hall. Karsten's Archiv. XV, S. 425. Auszug in v. Leonhard und Bronn's Jahrbuch. 1844, S. 238.

hier überflüssig erscheint. Insbesondere ist auf die Arbeit von Herrn Prinzing zu verweisen. Der Verticaldurchschnitt durch das Haller Salzbergwerk, so wie das Idealprofil (Fig. *f*) sind überaus instructiv; sie ergeben mit Entschiedenheit, dass der Salzstock in dem rothen Sandstein der Werfener Schichten auftritt, und zwar unmittelbar östlich vom Thaurer Joch, in der Fortsetzung der gewölbartigen Aufbiegung, welche auch dort die Werfener Schichten zu Tage brachte. Allein während dort die Lagerung vollkommen normal war, treten am Salzberg sehr bedeutende Störungen ein, denn fasst man den ganzen, die Salzlagerstätte bildenden Complex von rothem Sandstein, Gyps, Anhydrit, Haselgebirge, von Rauchwacke, schwarzen Mergeln, Virgloria-Kalk und den, wie es scheint, hier schon auftretenden Guttensteiner Kalk zusammen, so ist dieser Complex im westlichsten Theile zwischen Hallstätter Kalken eingeklemmt, wie es Fig. *f* von Herrn Prinzing darstellt; ein wenig weiter östlich aber kommen die Hallstätter Kalke nicht mehr zu Tage, die Raibler Schichten und selbst der Dolomit von Sanct Magdalena und dem Zunderberg treten unmittelbar an die älteste Trias heran. Endlich verschwindet die Trias und es herrscht von nun an östlich nur noch Dolomit im Süden des Hallstätter-Kalk-Gebirges.

Zieht man die überaus grosse Regelmässigkeit in Betracht, welche sonst den Gebirgsbau in diesen Gegenden auszeichnet, die Anordnung in grossen Zügen welche rasch wechselnde Verhältnisse ausschliesst und den gänzlichen Mangel localer Störungen und Verwerfungen, so ergibt sich daraus der Schluss, dass nur dem Vorhandensein des Salzstockes selbst und des Haselgebirges eine so mächtig in den Gebirgsbau eingreifende Wirkung zugeschrieben werden kann. Diese Gebilde haben sich durch mächtige Complexe der festesten Alpenkalke emporgedrängt, letztere wurden mit gehoben und gekrümmt, zum Zeichen des überaus langsamen Empordringens, und das Salzgebirge kommt nach Art eines Eruptivgesteines in einem Aufbruch zu Tage, den es sich selbst gebildet hat. Kaum könnte man ein deutlicheres Beispiel des langsamen und den ungeheuersten Widerstand überwindenden Aufquellens einer mächtigen Gesteinsmasse finden. Es würde sich hier schon aus rein geognostischem Gesichtspunkt mit Nothwendigkeit die Annahme aufdrängen, dass so überaus mächtigen, örtlich beschränkten Wirkungen nur chemische Ursachen zu Grunde liegen konnten, dass durch das Entstehen neuer Verbindungen in der Tiefe ein grösserer Raum erfordert und der heftige Widerstand überwunden wurde. Berücksichtigt man nun die grossen Massen von Anhydrit, welche gerade das Haller Salzlager auszeichnen, und von Gyps, welcher sich in oberen Teufen in grossen Massen findet, so dürfte der Haller Salzberg einen der glänzendsten Belege für die häufig aufgestellte und für viele Orte erwiesene Theorie der Entstehung des Gypses aus Anhydrit geben. Auch die Fältelungen und Windungen, welche dem Haselgebirge stets in so hohem Grade eigen sind, lassen sich dadurch auf die leichteste und ungezwungenste Weise erklären.

Abhang zwischen dem Haller Salzberg und dem unteren Vomper Thal. — Unmittelbar östlich vom Haller Salzberge verschwindet das System der unteren Triasglieder, um nicht wieder aufzutauchen; es tritt nun ein sehr einfaches Lagerungsverhältniss ein, indem sich an den südlich fallenden

Haidinger: Ueber Salz mit Kupferkies von Hall. Haidinger's Berichte. IV (1848), Seite 415.

Suess: Ueber den Salzberg zu Hall. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1854, V, Seite 881.

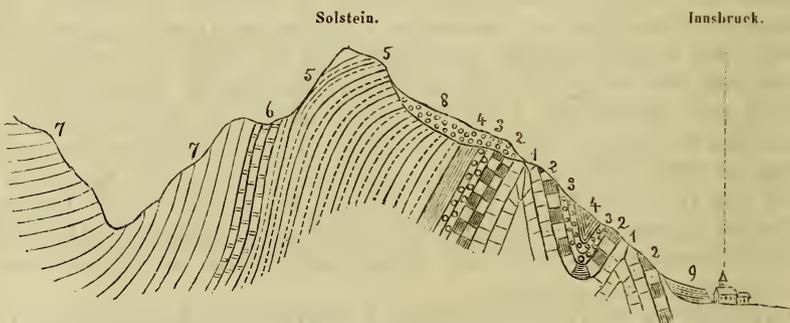
Prinzing: Geologische Bemerkungen über Hall. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. VI, Seite 328—350.

Hallstätter Kalk Raibler Schichten und Dachstein-Dolomit mit gleicher Lagerung anlehnen. Sie ziehen fort bis an den Vomper Bach, wo er aus einer westöstlichen Richtung in die nordsüdliche übergeht. Weiterhin herrscht nur Hallstätter Kalk und Diluvium. Die Raibler Schichten sind sehr reich an Versteinerungen, insbesondere am Iss-Jöchel zwischen dem Salzberge und dem Iss-Thale, ferner an der Walder Alp und vielen anderen Orten. In einem Streif von der Höhe des Ostabhanges des Fallbachthales über die Sponer Alp nach dem Walder Joch sind dem Dolomit Kössener Schichten, Dachsteinkalk, Adnether Kalk, Fleckenmergel (Lias?) und Juraschichten mit Aptychen in einem langgedehnten schmalen Streif aufgelagert. Das genaue Profil, welches Herr Pichler vom westlichen Theil entworfen hat<sup>1)</sup>, zeigt deutlich die vollkommen synklinale Lagerung vom Dolomit bis zu den Liasfleckenmergeln, während die Jurabildungen zum Theil auf den Schichtenköpfen von jenen ruhen.

Zirl-Solstein-Gleirschthal. — Wir wenden uns nun noch zu einer flüchtigen Darstellung der Grenze zwischen dem Dolomitgebirge von Seefeld und den von Osten hineingreifenden Zügen von Hallstätter Kalken, deren Abfall gegen das Innthal wir eben betrachteten. Die Grenze ist durch den Verlauf der Raibler Schichten bezeichnet. Letztere bestehen hier aus einem Wechsel von gelbbraunen Mergeln mit mergeligen Kalken und Rauchwacke. Die mergeligen Kalke nehmen ausgezeichnet oolithische Structur an. Alle Gesteine sind weich und leicht verwitterbar und da sie zwischen zwei Systemen schwer zerstörbarer Kalkgesteine liegen, so bilden sie stets sanfte Einbuchtungen an den Gehängen, Einsattelungen, welche zu Jochübergängen dienen auf den Kämmen, und oft sind sie von Bächen zu tiefen Tobeln ausgenagt. Allenthalben führen sie viele Versteinerungen; doch sind deren wichtigste Fundörter die Jochübergänge, wo sich die Gesteine am meisten ausbreiten.

Bei Zirl beginnen die Raibler Schichten in bedeutender Mächtigkeit mit östlichem Streichen (Stunde 5) und senkrechter Stellung; sie tragen die Ruine Fragenstein und ziehen sich um die oberen Gehänge des Ehebachthales nach

Fig. 32.



Idealprofil des Solstein-Gebirges.

1 Werfener Schichten. 2 Rauchwacke (Guttensteiner Kalk?). 3 Virgloria-Kalk. 4 Partnach-Mergel. 5 Hallstätter Kalk. 6 Raibler Schichten. 7 Unterer Dachstein-Dolomit. 8 Tertiäreonglomerate. 9 Diluvialterrasse.

der Zirler Galtalp und dem Joch am Zirler Kristen, wo sie viele Versteinerungen führen. Ihr Streichen wechselt vielfach, da sie stets die Abhänge des Hallstätter Kalkes begleiten. Das Profil ist daher mit etwas verändertem Fallwinkel

<sup>1)</sup> A. a. O. Seite 726; der untere Theil des Dachstein-Dolomites („unterer Alpenkalk und Dolomit“) ist durch einen Irrthum mit 6 statt mit 7 bezeichnet.

senkrecht auf die Formationsgrenze stets dasselbe. Besonders deutlich abgeschlossen sieht man es zwischen Solstein und Erlspitz.

Der Weg vom Pass in das Gleirschthal führt nur durch Dolomit, da die Raibler Schichten in weitem östlichem Bogen die muldenförmige Einlagerung desselben umziehen. Erst mit der Annäherung an die jenseits mächtig aufsteigenden Hallstätter Kalke trifft man wieder die mergeligen Zwischenschichten. Herr Pichler beobachtete sie westlich von der Amtssäge, doch bleiben sie fast in ihrem ganzen Verlaufe durch Kalkschutt verhüllt. Das Gleirschthal entfaltet oberhalb der Amtssäge den wilden Charakter der Hallstätter Kalke in grossartigem Maasse. Die Schichten des Solstein, welche im Höttinger Graben bei Innsbruck söhlig die älteren Triasglieder überlagern, wölben sich am Nordabhange gegen das Gleirschthal und fallen steil mit kahlen, glatten Wänden theils auf die gerundeteren Berge der dolomitischen Einlagerung, theils in das öde Gleirschthal selbst, aus dem sie jenseits mit entgegengesetzter Fallrichtung eben so hoch wieder aufsteigen. Scharfkantige Trümmer erfüllen in unendlicher Masse den Thalboden; sie enthalten häufig in Hohlräumen die Formen ausgewitterter Chemnitzien und Korallen. Im Hintergrunde erweitert sich das Thal zu einem überaus wilden und öden Kessel, aus welchem östlich ein Jochsteig über das Stemper Joch nach dem Haller Salzberge, südlich ein anderer durch die Arzler Scharke nach Innsbruck führt. Wir besuchten beim Abstieg an der Südseite mit Herrn Professor Pichler den Fundort der *Halobia Lommeli* im Hallstätter Kalk. Derselbe fand dort auch *Chemnitzia Rosthorni*, globose Ammoniten und ein *Orthoceras*; andere Chemnitzien finden sich in Menge, sind aber nicht bestimmbar.

Hinterau-Lavatsch-Thal. — Das Gleirsch-Gebirge trennt das gleichnamige Thal von dem nördlich angrenzenden der Isar. Sie entspringt am Haller Anger und ihr Thal führt abwärts bis zur Alp Tiefenkasten den Namen Lavatsch, von dort bis Scharnitz den Namen Hinterau-Thal. Ein muldenförmig eingelagerter Dolomitzug lässt sich von Scharnitz längs dem ganzen Thale aufwärts zwischen den hohen Gebirgen von Hallstätter Kalk, welche es zu beiden Seiten umstarren, bis jenseits des Haller Angers verfolgen. Ihm entsprechend verlaufen die beiden Züge von Raibler Schichten, welche Herr Pichler an vielen Orten an der Grenze nachgewiesen hat. Bei Scharnitz durchziehen sie das Thal unmittelbar vor den beiden Felsvorsprüngen, welche den weiten Kessel im Norden verengen. Im Lavatsch-Thal sind sie als Muschelmarmor bekannt und führen eben so wie östlicher am Haller Anger viele Versteinerungen. Man pflegte früher den Muschelmarmor von Lavatsch als ein Aequivalent des gleichen Gesteins von Bleiberg, somit auch der St. Cassian-Schichten, anzusehen. Mehrere Versteinerungen scheinen zwar die Annahme zu rechtfertigen; allein sowohl das Lagerungsverhältniss als das Vorkommen einiger echter Raibler Formen weisen ihm mit Sicherheit jenes Niveau zu, welches wir für die Raibler Schichten von Nordtirol im Allgemeinen beanspruchten.

Gebiet der Riss und Dürbach bis zur Einsenkung des Achner Thales.

Die Riss ist ein Nebenfluss der Isar. Ihr Gebiet zerfällt in die Hinter-Riss auf tirolischem und die Vorder-Riss auf bayerischem Gebiete. Der mächtige Zug von Hallstätter Kalk vom Scharnitzspitz nach Vomp begrenzt den oberen Theil des Flussgebietes gegen Süden und sendet ihm bedeutende Zuflüsse im Blaubach-Thal, Laliderer Thal und Johannes-Thal<sup>1)</sup> zu. Dann rückt die Wasserscheide

<sup>1)</sup> Auf der Generalstabkarte Karbendel-Thal genannt; das Volk kennt diesen Namen nicht.

plötzlich auf den oben erwähnten nördlicheren Hallstätter Kalk-Zug, der sich vom Scharnitz-Spitz nach Jenbach und Pertisau erstreckt und von den drei genannten Querthälern durchbrochen wird. Das Thor-Thal, Ronn-Thal und Farnes-Thal, welches die bayerische Grenze bildet, ziehen von ihm herab. Die nördliche Wasserscheide ist ein Gebirgszug, der sich unmittelbar aus der Riss erhebt und durch Karbendel-Spitz, Fleisch-Bank, Hexenthal-Berg bezeichnet ist. Das umfangreiche Flussgebiet ist mit Ausnahme zweier Häuser bei dem Jagdschlosse in Widum unbewohnt und besitzt einen echten Alpencharakter; es zeichnet sich durch seinen grossen Reichthum an schwarzem Nadelwald aus, aus welchem die weissen Schroffen des Hallstätter Kalkes kahl und wild hervorstarren. Der reiche Wechsel an Wald und Fels, die weite Verzweigung des wasserreichen Thalsystems und seine allseitige Abgeschlossenheit haben die Riss zu dem reichsten Jagdgebiete in den Alpen gemacht, was nicht wenig zur Erhöhung ihrer ungemein grossen landschaftlichen Reize beiträgt. Reitwege und Pirschsteige machen auch die höchsten Spitzen leicht zugänglich und eröffnen allenthalben die lehrreichsten Durchschnitte.

Der Gebirgsbau der Riss ist in seinen Grundzügen sehr einfach und klar. Ich schliesse seine Darstellung an die folgenden Parallelprofile an, welche nach beiden Seiten in der Streichrichtung über das Rissgebiet hinaus fortgeführt sind.

Es ist klar, dass hier ein ähnliches Verhältniss stattfindet, wie es im Rhätikon in den Profilen I, II, III dargestellt und S. 132 der ersten Abtheilung (1. Bd., X) beschrieben ist. Dort war eine zusammenhängende Dolomitdecke, in der sich gegen Westen eine Verwerfungsspalte einstellte. Dadurch kamen erst tiefere Schichten des Dolomits auf die höheren und am Abhange des Rheinthalles die tiefsten Triasschichten auf die höchsten Schichten des Dolomits zu liegen. In der Riss finden wir westlich vom Karbendelthale noch ein zusammenhängendes ausgedehntes Gewölbe von Hallstätter Kalk, in dessen Massen aber bereits die Anordnung in zwei getrennte Züge angedeutet ist. Der südliche erhebt sich gegen den angrenzenden Theil des nördlichen Zuges allmählig so weit, dass Virgloria-Kalke, vielleicht auch Guttensteiner Kalke des ersteren in ein höheres Niveau kommen, als die Hallstätter Kalke des letzteren, und indem zugleich eine Ueberschiebung stattfindet, ruhen jene tieferen Schichten zwischen Hallstätter Kalken. Der südliche Zug bleibt unverändert, der nördliche entfernt und entfaltet sich zugleich mehr und mehr, aber mit stetem Einfallen unter die Trias von jenem. So kommt es, dass weiter gegen Osten die Ueberschiebung immer ungleichaltrigere Schichten in unmittelbare Ueberlagerung bringt.

Der nördliche der beiden Züge von Hallstätter Kalk stellt, wie die Profile zeigen, ein überstürztes Gewölbe dar, unter dem man in allen Thaleinsenkungen die tieferen Triasglieder als Rauchwacke und schwarze Kalke zu Tage kommen sieht. Weiterhin folgt eine Dolomitmulde, welche nach Osten sehr bedeutend an Breite zunimmt; aus ihr steigt östlich vom Achen-See der Hallstätter Kalk des Unnütz auf.

Dies sind die allgemeinsten Verhältnisse. Werfen wir einen Blick auf die Gestaltung derselben im Einzelnen.

Von Schwaz durch das Staller Thal, über das Laimser Joch nach Bins, Eng, Laliders und den Uebergang in das Karbendelthal. — Von Schwaz führt ein bequemer Jochsteig über das Laimser Joch nach der Riss, stets in der Streichrichtung der Ueberschiebung. Wo man das Rissgebiet betritt, kann man dann wegen der sanften Einsenkungen der Liasberge längs jener Ueberschiebungslinie durch die Quellgebiete des Blaubaches, Laliderer Baches und Johannesbaches bis zur Vereinigung der beiden Hallstätter

Kalkzüge im Karbendelthal wandern. Im Innthale steigt die Diluvialterrasse über dem Kloster Viecht wohl bis 3000 Fuss hoch an. Das erste Gestein, welches man nach ihrer Ueberschreitung erreicht, ist schwärzlicher, etwas dolomitischer, weissadrigter bröcklicher Kalkstein, der zum Theil ganz in Dolomit und in Rauchwacke übergeht, zum Theil reiner Kalkstein ist. Die Waldbedeckung lässt das nähere Verhältniss schwer erkennen. Er streicht nach Stunde 7 und fällt nach Süden. Längere Zeit geht man über eine ausgezeichnete Crinoidenbreecie und links über dem Wald stehen die ersten Wände von Hallstätter Kalk an. Es kann daher kein Zweifel sein, dass die Breecie den Virgloria-Kalken angehört, in denen wir ihr so häufig begegneten, während die ersten Kalke und Rauchwacken vollkommen Guttensteiner Kalke sind. Rechts erheben sich jenseits der tiefen Thalschlucht das Staner Joch und der Saukopf, gleichfalls Hallstätter Kalk, mit südlichem Fallen. Auf einem Vorsprung desselben steht in der Tiefe die Wallfahrtskirche von St. Georg in überaus romantischer Umgebung. Die Einsattelung, in welcher sie liegt, scheint anzudeuten, dass Raibler Schichten als Hangendes der Hallstätter Kalke dort hindurchziehen. Bei der Staller Alpe sieht man dies bestätigt. In mächtigen glatten Platten ziehen sich die Schichten des weissen Kalkes vom Brenten-Kopf herab und tragen in der Tiefe des Thales mergelige Raibler Schichten und gelbe Rauchwacke, welche den Boden der Staller Alpe bilden und über das Stakener Joch nach dem Falzthurn-Thal fortziehen. Darauf liegt Dolomit, welcher den Rauhen Knel zusammensetzt, bei der Alpe aber wenig sichtbar ist. Die Hallstätter Kalke zur Linken werden von Virgloria- und Guttensteiner Kalk getragen, so dass man das bestehende Profil entblösst sieht, welches zugleich die Norm für die Profile XV, XVI, XVII ist.

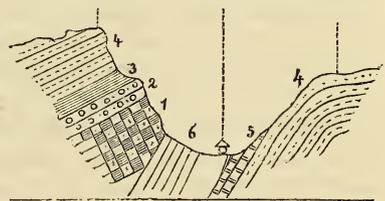
Die Grenze zwischen Guttensteiner Kalk und Dachsteindolomit lässt sich schwer mit Genauigkeit ziehen. Man erkennt charakteristische Gesteine aus beiden Formationen; allein ein grosser Theil derselben lässt kaum eine petrographische Trennung zu.

Dieses Lagerungsverhältniss hält mit grosser Klarheit längs der ganzen Nisselwand von der Staller Alp bis zum Laimser Joche an. Rechts (N) bleibt Dolomit, links Wände von Hallstätter Kalk und darunter schwarze Kalke. Das Trümmermeer, worüber der Weg führt, zeigt Bruchstücke von hornsteinreichen Virgloria-Kalken und von Kössener Schichten. Das Laimser Joch ist in Kössener Schichten eingesenkt, welche hier eine steile Wand bilden; gerade in der Einsattelung ist eine Austerbank blossgelegt. Darüber folgt die Trias.

Vom Laimser Joch abwärts gegen die Alpe Eng im Blaubach-Thale folgen Liasfleckenmergel, echte Algäu-Schichten, während die Kössener Schichten sich nördlicher an den Gehängen des dolomitischen Garmeyer Kor's herum und jenseits des Blaubach-Thales gegen das Hoch-Joch hinanziehen. Ob auch Juraformation vertreten ist, konnte ich nicht sicher entscheiden, doch scheint sie an den Abhängen gegen den Hoch-Glück hinan vorzukommen. Die Alpe Eng (3766 Fuss, Lipold) liegt auf einem weiten, ebenen, grasreichen Thalboden, der mit einem weitläufigen Ahornwalde bedeckt ist. Der obere Theil breitet sich in den jüngeren Schichten aus. Ein Jochsteig führt in ihnen nach Laliders, stets in

Fig. 33.

Hoch-Nissel. Staller Alp. Brenten-Kopf.



1 Guttensteiner Kalk. 2 Virgloria-Kalk. 3 Partnach-Mergel. 4 Hallstätter Kalk. 5 Raibler Schichten. 6 Unterer Dachstein-Dolomit.

der Nähe der Ueberschiebungslinie am Fusse der steilen Wände des Hallstätter Kalk-Gebirges; in gleicher Weise geht es wieder über eine niedere Einsattelung fort nach der Alpe Ladiz (4612 Fuss, geognost. Karte) im Johannes-Thal. Hier sieht man unweit des Ueberganges Aduether Kalk anstehen. Einige Gesteine über den Fleckenmergeln erinnern an gewisse Neocomiengesteine. Westlich von Ladiz treten unendliche Schuttmassen auf, welche Alles verdecken und den Filzwald tragen. Indess sieht man die beiden Züge von Hallstätter Kalk näher zusammen-treten, die Mulde von jüngeren Schichten zwischen ihnen keilt sich aus und am Joch gegen das Karbendelthal scheint nur noch Dolomit zwischen dem Hallstätter Kalk des nördlichen und dem Guttensteiner Kalk des südlichen Zuges zu liegen. Der Guttensteiner Kalk zieht, wie Herr Fr. R. v. Hauer beobachtete, im Karbendelthal noch bis unterhalb Larchet hinab, dann vereinigen sich über ihm die Hallstätter Kalke.

Zug von Hallstätter Kalk und Dachsteindolomit von Jenbach und Pertisau nach dem Karbendelgebirge. — Dieser nördliche Zweig des Hallstätter Kalk-Gebirges bildet in seiner ganzen Erstreckung ein aus der Tiefe erhobenes, zum Theil nach Norden überstürztes Gewölbe, wie die Profile XV, XVI, XVII zeigen. Die jüngeren Schichten, welche es trägt, fallen südlich unter den eben betrachteten Zug von Hallstätter Kalk ein und deuten darauf hin, dass auch dieser nur eine stark überstürzte Welle sei. Nördlich hingegen steigen die liegenden liassischen Gebilde jenseits wieder muldenförmig auf, ohne aber den Hallstätter Kalk noch einmal hervortreten zu lassen. Dies ist das Lagerungsverhältniss im Allgemeinen. Verfolgen wir es im Einzelnen.

Das östlichste Zutagetreten von dem Hallstätter Kalk unseres Zuges ist bei Jenbach in einer Felsmasse, welche der Inn in südlichem Bogen umspült. Auf derselben Formation steht das Schloss Trazberg, wo Herr Pichler *Chemnitzia eximia* und andere wichtige Versteinerungen fand. Der Kalk erhebt sich hier mit südlichem Fallen und bildet das Stanner Joch, senkt sich dann zu der kleinen beschränkten Mulde des Weissenbaches, in welcher er von Raibler Schichten und Dolomit überlagert ist, erhebt sich noch einmal zum Bärenkopf und fällt gegen Pertisau, wo ihm abermals Dolomit folgt.

Unmittelbar westlich am Kaiser-Joch, dessen Gipfel von einer isolirten Dolomitauf Lagerung gebildet zu werden scheint, ändert sich das Verhältniss; der Hallstätter Kalk bildet nur noch ein einziges Gewölbe ohne die mittlere Einsenkung. Das auf der merkwürdigen Wasserscheide am Laimser Joch entspringende Falzthurnthal durchschneidet das Gewölbe quer und trennt den Zug des Kaiser-Jochs von dem des Somn-Jochs (7758 Fuss) und des Lochwaldspitz (7297 Fuss). An beiden Thalwänden ist ein überaus deutliches Schichtenprofil entblösst; das der linken ist auf Prof. XVII dargestellt. Im Centrum des Aufbruches kommen die Guttensteiner Kalke in Gestalt mächtiger Rauchwacken zu Tage, und veranlassen, wo sie bis zur Kammhöhe gelangen, tiefe Einsattelungen, während zwischen Hallstätter Kalk und Dolomit die Raibler Schichten stellenweise entwickelt sind. An einigen Orten, wie am Uebergang vom Falzthurn über die Alpe Gramay nach der Bins-Alp konnte ich dieselben nicht beobachten. Das Falzthurnthal ist breit, mit Trümmernmassen ausgefüllt und mündet im Dolomit in den Achen-See. Die westlich folgenden Querthäler unseres Hallstätter Kalkzuges sind dem Falzthurnthale analog. Das Blaubachthal, Lalidererthal und Johannesthal entblößen an beiden Wänden des Durchbruchs die gleichen Verhältnisse der gewölbartigen Lagerung. Die mächtigen Massen von Rauchwacke, welche die Erzklamm im Johannesthal vom grossen Falken herabbringt, scheinen den Raibler Schichten anzugehören. Die drei Thäler münden im Dolomit, der von dem Riss-

Bach von der Hagelhütte bis Widum in schieferm Winkel gegen die Streichrichtung in seiner ganzen Breite durchströmt wird. Bei dem Jagdschlosse verläuft die Grenze zwischen Dolomit und jüngeren Bildungen; östlich zieht sie am Nordabhang des Holzthalkopfes, der Fleischbank und des Knelberges vorüber nach den Gebirgen am Achen-See, westlich über den Ronnkopf durch das Farmesthal nach dem Hochreisen-Spitz. Parallel dieser westöstlichen Grenze streichen die im Norden sich anschliessenden jüngeren Schichten und die dolomitische Nordgrenze der Mulde. Ehe wir darauf eingehen, ist noch der Grenze zwischen Dolomit und Hallstätter Kalk in den Profilen XV, XVI, XVII und der Verhältnisse am Plumser Joch Erwähnung zu thun.

Das Ronnthal und Farmesthal entspringen im Hallstätter Kalk und durchbrechen die ganze Dolomit-Zone nebst einem Theil der jüngeren Glieder, der Farmesbach sogar deren ganze Zone und ausserdem noch den nördlich vorliegenden Dolomit. Steigt man daher von Widum den Reitsteig im Ronnthale aufwärts, so stehen im Anfange röthliche und weissliche Kieselkalke an, denen Dolomit folgt. Am Wechsel, einem Pass über den man nach dem Farmesthale steigt, ist die Grenze gegen den Hallstätter Kalk. Hier treten die Raibler Schichten ungemein versteinierungsreich auf; sie führen *Pecten filosus*, *Perna Bouéi*, *Cardita crenata* u. s. w. in ausgezeichnete Erhaltung.

Dem Hallstätter Kalk ist an der Rothen Wand und weiter nach Ost und West ein System von leberbraunen stark bituminösen Kalkschichten eingelagert. Das obere verzweigte Gebiet des Farmesthales ist ein einsames, an Wald und Schuttanhäufungen reiches Dolomitland, nur belebt durch Schaaren von Gemsen und Hirschen. Anstehendes Gestein sieht man wenig; nur an einer Einsattelung ein wenig westlich vom Wechsel erscheinen sehr versteinierungsreiche und ausgezeichnet entwickelte Kössener Schichten. Diese ungemein rasche Aenderung in den zwischengelagerten Schichten ist bei dem Mangel an Aufschlüssen schwer zu erklären. Der Hallstätter Kalk erhebt sich über das waldige Dolomitgelände in einer kahlen, fast senkrechten und viel zerborstenen Mauer zu bedeutender Höhe. An den buchenbewachsenen Gehängen des gänzlich unwegsamen Farmesthales abwärts gelangt man bald in das Gebiet der jüngeren Schichten, die hier wenig aufgeschlossen sind, und dann nochmals in eine Dolomit-Zone mit schroffen Wasserrissen, welche allenthalben das Fortkommen hemmen.

Das Plumser Joch, welches von Pertisau nach der Hagelhütte im Rissenthal führt, ist im Allgemeinen in den Dolomit eingesenkt, der sich dem Hallstätter Kalk des Kaiserjochs und Sonnjochs nördlich anschliesst, scheint aber nach der Darstellung von Herrn Prinzing, welcher dasselbe besuchte<sup>1)</sup> und nach Herrn Pichler eigenthümliche Verhältnisse darzubieten. Es erscheinen nämlich mitten im Dolomit am Joch selbst söhlig gelagerte „graue Kalke in Schichten von 1 Fuss Mächtigkeit, an der Schichtfläche mit kugelförmigen Erhabenheiten und einem grünen Ueberzuge, wie sie auch im Hangenden des Haller Salzberges auftreten“. Dies sind offenbar Virgloria-Kalke. Unter ihnen tritt gegen die Hagelhütte hin das Salzgebirge hervor, wie es scheint in ähnlicher Weise wie am Haller Salzberge. Es verdient einige Beachtung, dass die Verbindungslinie dieser beiden Stellen, an denen das Salzgebirge aus der Tiefe empor gequollen ist, senkrecht zur Streichrichtung der beiden Züge von Hallstätter Kalk gerichtet ist, und dass fast genau in derselben Linie die östliche Wasserscheide des Isargebietes am Haller Anger, Laimser Joch und Plumser Joch liegt. — Herr Pichler gibt auf seiner kartographischen Darstellung noch ein räthselhaftes Vorkommen von Kössener Schichten

<sup>1)</sup> A. a. O. Seite 334.

an der Ostseite des Plumser Joches im oberen Gerenthal an, so wie Lias-Fleckenmergel und Juraschichten auf der Höhe vom Letzten Schneekopf.

Jüngere Formationen unterhalb Widum in der Hinterriss. — Bei dem Jagdschlosse der Hinterriss verlässt man thalabwärts, wie erwähnt, den Dolomit und betritt jüngere Schichten. Der Rissbach wendet sich gegen Norden und durchschneidet sie rechtwinklig zur Streichrichtung; schon an einem Kreuz, 10 Minuten hinter der Mündung des Leckthales, betritt man wieder Dolomit, der die Mulde nördlich begrenzt und weit nach Bayern hinein anhält. In der Tiefe des Thales sind die Schichten nur stellenweise deutlich zu beobachten. Es sind zuerst röthliche und weisse jurassische Kieselkalke; ihnen folgen Liasfleckenmergel, rothe Adnether Kalke und Kössener Schichten, beide in bedeutender Mächtigkeit. Alle diese Schichten streichen rechts und links nach den Gehängen hinauf. Ihre deutlichste Folge ist im Osten zwischen Scharfreiterspitz und Holzthalkopf (Prof. XVI), wo zugleich die muldenförmige Lagerung sehr klar ist. Von der Mündung des Letzbaches, der aus furchtbaren Tobln mit senkrechten Wänden herabkommt, windet sich ein Reitsteig fast bis auf die Höhe des Scharfreiterspitz. Da man hier schon die jüngeren Gebilde des Rissthals durchschritten hat, so kommt man in ihre liegenden Schichten; die Fleckenmergel stehen noch vor dem Letzbach an; ihnen folgen an der Mündung des Baches rothe Adnether Kalke, über die der Reitsteig zuerst hinwegführt, dann kommt man mehr und mehr über deren liegende Glieder, bis man am Scharfreiterspitz den Dolomit mit steilem Südfallen erreicht. Sein mauerförmiger schroffer Absturz gegen Norden umzieht halbkreisförmig einen Felsenkessel, einen Zufluchtsort der hier sehr häufigen Gemen. Ein zweiter östlicher Kessel, aus dem sich das ebenfalls dolomitische Telpser Joch erhebt, ist der Ursprung des Krötenbaches. Die Neigung der Schichten wird hier flacher und an der langgezogenen Mauer, mit der das Baumgarten-Joch westlich abfällt, sieht man den Dolomit mit kaum 30° Neigung nach Süden hinabziehen, und über ihm in regelmässiger Folge die jüngeren Liasglieder sich aufbauen. Zuerst kommen die Kössener Schichten in bedeutender Mächtigkeit. Der Megaloduskalk geht unmittelbar in rothen Adnether Kalk über, den man von dem grossartigen Ueberblickspunkt des Scharfreiterspitz jenseits an dem mauerförmigen Nordabhange des Vorderkopfes fortziehen sieht. Die Liasfleckenmergel sind charakteristisch, aber in geringer Mächtigkeit ausgebildet; sie ziehen wie die vorigen mit ihren Schichtenköpfen über den Rücken des Baumgartenjoches fort. Selten dürfte sich die Grenze zwischen Lias und Jura so scharf bestimmen lassen, wie hier. Denn es treten mit einem Male jene weisslichen und röthlichen Kieselkalke auf, welche den Jura von Kren und Vils und die Ammergauer Wetzsteinschichten charakterisiren, so wie die rothen Hornsteinbänke, welche vom Holzgau im Lechthal über Reutte die stetigen Begleiter jurassischer Schichten sind. Die weisslichen splittrigen Kieselkalke führen unbestimmbare Aptychen und Belemniten. In diesen jurassischen Gebilden liegt die Einsattelung zwischen Baumgarten-Joch und Schön-Albelkopf. Es folgen ihnen Fleckenmergel, welche sich durch Analogie mit östlicheren, durch Versteinerungen charakterisirten Vorkommnissen mit Bestimmtheit als Rossfelder Schichten erweisen. Auf ihnen liegt das Schön-Albel. Wendet man sich von hier nach der Einsattelung nördlich vom Holzthalkopf, durch welche ein Pirsch-Steig wieder nach dem Rissthal hinabführt, so gelangt man successiv wieder in die umgekehrte Schichtenfolge; doch fällt sie hier steil nördlich ein und man durchschneidet sie in sehr kurzer Zeit. Die Adnether Kalke sind auch hier ungemein mächtig, das Joch liegt in Kössener Schichten. Dieselbe ausgezeichnete Schichtenfolge scheint vom Vorderkopf gegen den Rohnkopf und west-

lich zum Farmesthal zu herrschen, nur geht dort das regelmässige muldenförmige in ein überstürztes Lagerungsverhältniss über.

Dürrachthal<sup>1)</sup>. — Die Lias-Mulde der Hinterriss setzt östlich über das Schön-Albel in das Dürrachthal fort und breitet sich nach Herrn Pichler's Untersuchungen ungemein aus. Dieses vielverzweigte Thal hat seine südlichen Quellen in dem Dolomitzug, worin der Oberlauf der Riss und das Plumser Joch eingesenkt sind; seine östliche Wasserscheide ist ein Dolomitzug, welcher, rechtwinklig gegen den vorigen, dem Achensee westlich entlang zieht. Die grosse Bucht zwischen beiden Gebirgszügen ist von jüngeren Formationen ausgefüllt, die zwischen Rothwandkopf und Moosen-Berg das Thalsystem der Dürrach in breitem Zuge verlassen und sich über das Achenthal nach dem Mamos-Hals und ununterbrochen bis in die Gegend von Kufstein erstrecken. Längs dieser ganzen Erstreckung vom Scharfreiterspitz bis zum fernsten Osten lehnen sich die jüngeren Formationen im Norden an eine mehrfach durch Querthäler unterbrochene Dolomitzette, welcher entlang die Grenze zwischen Bayern und Tirol verläuft. So kommt es, dass die Quellen der Dürrach strahlenförmig in den Dolomit hineingreifen, das Thalsystem selbst in jüngeren Schichten liegt und als einiges Dürrachthal die nördliche Dolomitzette (Scharfreiter-Rothwand) durchbricht. — Alle Formationen, welche an der Ausfüllung dieses weiten nach West und Ost geöffneten dolomitischen Kessels theilnehmen, gewinnen darin eine bedeutende Ausdehnung. Insbesondere sind nach Herrn Pichler die Kössener und die jurassischen Aptychen-Schichten ungemein entwickelt. Letztere bilden das Pfansjoch, den Schafspitz, den Sonntagkopf, das Rettenjoch, den Juifenberg und Falkenmoserkopf, während die Kössener Schichten ihre grösste Ausdehnung am Nisslhals erreichen und viele Versteinerungen führen. Die rothen Adnether Kalke schieben sich allenthalben in langen, leicht erkennbaren Zügen über den Kössener Schichten ein; die geognostische Karte des montanistischen Vereins hat ihre Verbreitung sehr richtig angegeben. Die Rossfelder Schichten endlich zeichnen sich durch ihre ungleichförmige Auflagerung aus, indem sie bald eine Jurakuppe, wie am Juifen, krönen, bald sich über alle älteren Gebilde mit übergreifender Lagerung ausbreiten. Am meisten sind sie östlich von Schön-Albel entwickelt, von wo sie über den Kupel-Berg nach dem Dürrachthal hinabziehen.

Achenthal. — Alle Formationen des Dürrachthales setzen östlich über das Achenthal hinweg fort. Eine senkrecht zur Streichrichtung verlaufende Gebirgskette vom Hienerberg über den Rothwandkopf, Juifenberg, das Rettenjoch, den Sonntagkopf nach dem Schafspitz, Seekor-Spitz und Rabenspitz trennt die beiden Thalsysteme. Sie besteht im Norden aus flach südlich fallendem, im Süden aus steiler nördlich fallendem Dolomit, im mittleren Theile aus muldenförmig gelagerten jüngeren Schichten, welche nach den Angaben der Tiroler Karte mit jener Fallrichtung eine zweite, vom Scheiderücken abwärts, verbinden. Das vollständigste Profil von Dolomit durch Kössener Schichten aufwärts bis zum Neocomien scheint der Juifenberg darzubieten. Der Achenbach durchbricht successive die verschiedenen Zonen. Der Achen-See erfüllt eine Einsenkung im Dolomit, welche durch Seekor-Spitz und Rabenspitz im Westen, Spieljoch und Kögljoch im Osten bezeichnet wird. Die schwarz bewaldeten Gehänge ziehen, von schuttreichen Schluchten unterbrochen, zur Tiefe hinab und fallen zum Theile so steil in den See, dass die Strasse den Wänden abgerungen werden musste.

<sup>1)</sup> Wurde von uns nicht besucht; die Beschreibung folgt nach Herrn Pichler's kartographischer Aufnahme.

Von Achenkirch bis zur Capelle in der Kohlstatt sind die Gehänge sehr sanft, der Thalboden weit, fruchtbar und reich bevölkert. Es ist dies die Strecke in welcher der Bach die Zone jüngerer Schichten durchbricht. Dann betritt er die zweite nördliche Dolomit-Zone; wieder sind die Berge mit dunklem Forste bedeckt, das Thal wird enger und steiler und betritt am Bretterspitz als Walchenthal das bayerische Gebiet. Die Anordnung der jüngeren Schichten scheint stets muldenförmig zu bleiben, jedoch so, dass das Südfallen im nördlichen Theile flacher ist, als das Nordfallen im südlichen, daher dort die einzelnen Formationsglieder eine grössere Ausdehnung gewinnen.

Herr Prof. Pichler fand an den Gehängen des Achenthales sehr viele Versteinerungen aus allen Schichten, welche in der Mulde auftreten. Die Kössener Schichten sind besonders an der Nordgrenze sehr entwickelt; in ihnen fand Herr Pichler im Klambach: *Avicula Portlocki*, *Natica alpina*, am Juifen: *Rhynchonella subrimosa*. Weit reicher an Versteinerungen sind sie an der Südgrenze der Mulde aufgeschlossen. Am Schleimsjöche, welches bereits jenseits der Wasserscheide des Achenthales liegt und den Uebergang von der Pertisau nach dem Dürrachthale vermittelt, fanden sich: Knochenfragmente von *Ichthyosaurus tenuirostris*, *Modiola Schafhäuteli*, *Avicula intermedia*, *Avic. Escheri*, *Lima gigantea*, *Rhynchonella subrimosa*. Unweit östlich davon, an der Basili-Alm (5047 Fuss), welche bereits im Gebiet des Achenthales liegt: *Avic. Escheri*, *Modiola Schafhäuteli*, *Terebrat. pyriformis*, *Rhynchonella fissicostata*, *Rhynch. subrimosa*, *Spirifer Münsteri*. Noch reicher sind die Fundstellen im Osten des Thales, insbesondere der Ampelspach. Hier fand Herr Pichler: *Cardium austriacum*, *Lima gigantea*, *Avic. Escheri*, *Modiola Schafhäuteli*, *Rhynch. subrimosa*, *Spirifer Münsteri*, *Spiriferina oxycolpos*, *Rhynch. fissicostata*, *Trochus sp.*, *Natica alpina* u. a. m. Reich an Brachiopoden sind auch die Kössener Schichten am Mamoshals, wo ausser den genannten Arten noch *Terebratula cornuta* vorkommt.

Oberer Dachsteinkalk und Adnether Kalk sind fast gar nicht entwickelt, während sie westlich im Dürrachthale selten fehlen, und auch im Osten noch häufig auftreten. Nur an der Basili-Alm und im Ampelsbach fand Herr Pichler Versteinerungen dieser Schichten.

Jura und Neocomien nehmen zwar den grössten Raum ein, sind aber wie gewöhnlich arm an Versteinerungen.

Wir verlassen das behandelte Gebiet der grossen Quereinsenkung des Achenthales mit sehr einfachem Gebirgsbaue. Sie durchbricht in ihrer südlichen Hälfte eine breite Dolomit-Zone, darauf eine schmälere Zone von muldenförmig eingelagerten jüngeren Schichten und verlässt Tirol im Anfange der nördlich folgenden Dolomit-Zone. Das südliche Dolomitgebiet besteht aus ostwestlich streichenden welligen Aufbiegungen, von denen eine südlich von Pertisau den Hallstätter Kalk zu Tage bringt.

#### Gebiet zwischen dem Achenthal und Kufstein.

Der Schichtenbau des westlichen Ufers der Einsenkung des Achenthales setzt auf das östliche fort und bleibt von hier bis nach Kufstein überaus einfach. Es scheint dass wenige Theile des Trias-Lias-Gebietes eine so gleichmässige Anordnung und so wenig verwickelte Verhältnisse bieten als dieser. Die nördliche Zone von jüngeren Lias-, Jura- und Neocomien-Gesteinen hat eine weit geringere Breite als im Dürrach- und Achenthal, zieht aber stetig und ohne eine einzige Unterbrechung fort. Der südliche Dolomitzug zwischen Achenkirch und dem

Innthale wächst an Breite, nimmt aber ein aus der Tiefe heraufgewölbtes Gebirge von Hallstätter Kalk auf, welches durch Grossartigkeit der Massen, Steilheit der Gehänge und Höhe der Berggipfel alle anderen Gebirge überragt und das wichtigste Glied für den physiognomischen Charakter der Gegend ist. Dieser Zug beginnt unmittelbar östlich von Achenkirch am Unütz, setzt mit östlichem Streichen bis zum Hundsalp-Joch und von da in etwas nördlicher Richtung über den Pendling und quer über das Innthal nach dem Hinter-Kaiser fort. In der ganzen, fast sieben Meilen betragenden Erstreckung behält es seine wellig aufgebogene Gestalt, mit sanfterem Süd- und steilerem Nordabfall, bei und ist durch Raibler Schichten nach beiden Seiten vom Dolomit getrennt. Jener gewölbartig erhobene Hallstätter Kalk, den wir früher südlich von Pertisau erwähnten, verschwindet bald im Osten, taucht dann am Südbahange vom Brandenberger Joche noch einmal in kurzer Erstreckung auf und scheint seine weitere östliche Fortsetzung im Vorder Kaiser-Gebirge zu haben. Aeltere Triasglieder sind aus diesem ganzen Theile nicht bekannt; sie erscheinen erst südlich vom Inn in überaus mächtiger räthselhafter Entwicklung. Um so mehr beginnen nun die localen parasitischen Einlagerungen jüngerer Formationen, welche nach Osten mehr und mehr zunehmen und den sonst so einfachen Gliederbau etwas verwickelter machen. Zuerst treten Gosaugebilde auf, weiter östlich Oligocenformation und noch weiter gegen Nordost miocene Ablagerungen, alle mit dem deutlichen Charakter des Niederschlags in Meeresbuchten.

Zwei verzweigte Thalsysteme durchziehen das weite Gebirgsland, das Brandenberger und das Thiersee-Thal.

Sonnwend-Joch — Koth-Alp. — Zwischen dem Ausgange des Brandenberger Thales und dem Südennde des Achen-See's erhebt sich das Dolomitgebirge zu bedeutender Höhe und ist von einer ausgedehnten, aber isolirten Auflagerung jüngerer Lias- und Jura-Schichten bedeckt. Kössener Schichten bilden allenthalben die erste Decke des Dolomits und führen an manchen Orten, wie an der Koth-Alp und am Irdeiner Joch, viele Versteinerungen. Sie ziehen von der Koth-Alp über das Irdeiner Joch und den Rosskopf nach dem Laner Berg, dann um den Südbahang des Sonnwend-Joches und des Kirchenspitz herum über den Rothlahner Berg zurück nach der Koth-Alp. Innerhalb dieses Ringes lagern die jüngeren Formationsglieder. Auch Dachsteinkalk und Adnether Kalk fand Herr Pichler über den Kössener Schichten der Koth-Alp. Ihnen folgt Hierlatz-Kalk, welcher in mächtigen Felsmassen die Höhe des Gebirges zusammensetzt; er bildet die Gipfelmassen des Sonnwend-Joches, Heiler, Stellkopfes und Kirchenspitz. Darauf sind in muldenförmigen Vertiefungen rothe hornsteinreiche Juraschichten gelagert. Herr Pichler hat diese Verhältnisse ausführlicher beschrieben <sup>1)</sup>.

Unütz. — Gafels-Joch. — Schnaite-Joch. — Schönleiten-Joch. — Verfolgt man die Wasserscheide zwischen Achenthal und Brandenbergerthal weiter nördlich, so erhält man bis zu dem Schönleiten-Joch einen Durchschnit, der die früher dargestellten Verhältnisse auf das Klarste zeigt. Der Dolomit am Kögl-Joch fällt südlich und ist durch eine Einsattelung, welche die Raibler Schichten andeutet, von dem liegenden und gleich einfallenden Hallstätter Kalk getrennt. Die Raibler Schichten setzen nach Herrn Pichler östlich in der Steinberger Ache fort, aus der die Abhänge des Hallstätter Kalkes allmählig bis zum Gufels-Joch, Luchseck und Rossberg ansteigen, um nördlich steil abzustürzen. Am Fusse der schroffen Gehänge folgt zum zweiten Male die

<sup>1)</sup> A. a. O. Seite 732, 733.

Raibler Schicht und Dolomit in überstürzter Lagerung. Die Tiroler Karte gibt sein Fallen zu  $65^{\circ}$  S. an; dies ist in  $90^{\circ}+25^{\circ}$  N. zu verwandeln. Dieses schöne Lagerungsverhältniss hat Herr Pichler in einem sehr instructiven Profile dargestellt<sup>1)</sup>.

Brandenberger Thal. — Dem Gesagten ist kaum noch etwas über den Gebirgsbau im Brandenberger Thal hinzuzufügen. Dolomit aufwärts bis zur Mündung der Steinberger Ache, darauf der Zug von Hallstätter Kalk, dann wieder Dolomit, die Zone der jüngeren Schichten im oberen Thal, endlich der Grenzzug des Dolomites am hinteren Sonnwendjoch und alles dies in regelmässig ostwestlich streichende Zonen angeordnet, — dies sind die allgemeinsten Verhältnisse. Das Thal ist reich an grossen Schuttanhäufungen und Diluvialgeschieben. Dichter Waldwuchs bedeckt fast das gesammte vielverzweigte Gebiet und macht seine genaue Erforschung schwierig. Das Thal hat einigen Ruf erlangt durch seine versteinerungsreichen Gosaugebilde. Ihre Hauptablagerung ist um das Dorf Brandenburg selbst, wo sie die Weiler Wibner, Ascha, Unterberg, Oberberg und Lehen tragen, indem sie allseitig in die Dolomitbuchten hineingreifen. Eine zweite Partie lagert in einer Bucht von Hallstätter Kalk am Krumbacher Joch und der Ascha-Alp. Auch an der Nordseite des Hallstätter Kalkzuges sind noch kleine Ablagerungen an der Vereinigungsstelle vom Achen-Bach, Wehrn-Bach und Weissen Bach aufgeschlossen.

Nördliches Gehänge des Innthales zwischen Rattenberg und Kufstein. — Die Sohle des Innthales ist breit und eben, so weit sie von Alluvionen erfüllt ist. Darüber erhebt sich die mächtige Tertiärterrasse des Angerberges, welche der Inn in steilem Abbruch umspült. Sie beginnt bei Voldöp und macht jenseits Maria-Stein einer niederen diluvialen Terrasse Platz. Die ganze Ablagerung setzt östlich über den Inn fort und wurde wegen der bekannten Verteinerungen von Häring für eocen gehalten; Heer's Forschungen haben ein unteroligocenes Alter wahrscheinlicher gemacht. Ueber dieser Terrasse erheben sich sogleich die steilen Abhänge der Kalkgebirge unmittelbar bis zur Wasserscheide gegen das Brandenberger und Thiersee-Thal. Zwischen Voldöp und Breittenbach wird sie durch das dolomitische Brandenberger Joch gebildet; sein Südabhang besteht aus Hallstätter Kalk, über welchen die Raibler Schichten hinziehen. Ihnen gehört wahrscheinlich der auf der Karte des montanistischen Vereins verzeichnete Gyps von Voldöp an. Der überwölbende Dolomit herrscht weiterhin allein, bis er dort, wo der Abhang des Innthales die Hallstätter Kalkzone von Unütz-Hundsalm-Joch durchschneidet, dieser Formation Platz macht, welche in mächtigen Gebirgsmassen über den Pendling hinaus bis zum Thierberg bei Kiefersfelden fortsetzt.

Nur in kurzer Erstreckung am Kogl-Hörnle bei Unter-Langkampfen lehnt sich daran ein schmaler Dolomitstreif. Die Raibler Schichten fanden wir in schwachen Spuren zwischen beiden entwickelt. Dieser Dolomit setzt über Kufstein selbst fort, wo er die vereinzelt Felsinseln im Thale bildet und die Festung trägt. Weiterhin trennt er die beiden Kaisergebirge.

Thiersee-Thal. — Der Thiersee, welche an das Brandenberger und das Innthal grenzt, ist in jenem ostwestlich streichenden Zug von oberen Lias-, Jura- und Neocomien-Schichten eingesenkt, den wir bereits von der Riss her stets dem Dolomit der bayerischen Landesgrenze entlang verfolgten, erhält jedoch seine bedeutendsten Zuflüsse aus dem südlich anschliessenden Dolomitgebirge. Letzteres und der Hallstätter Kalk-Zug hatten bisher ein östliches Streichen, welches mit

<sup>1)</sup> A. a. O. Seite 730.

der Wasserscheide des Thiersee in ein nordöstliches übergeht. Indem nun das Neocomien seine frühere Richtung beibehält, tritt es unter spitzem Winkel an den Hallstätter Kalk heran und lässt den Dolomit in der Tiefe verschwinden. Da jener jedoch hohe Gebirge bildet, so zieht das Neocomien sich an seinen Abhängen herum und beweist damit, dass im Wesentlichen die jetzigen Gebirgsformen bei seiner Ablagerung schon vorhanden waren.

Der Hallstätter Kalk ändert in den Umgebungen von Thiersee und Kufstein schon bedeutend seinen Charakter. Es stellen sich mehr und mehr dichte graue und braune Kalke ein, wie ich sie schon am Wechsel in der Riss beobachtete, ferner erscheinen jene röthlichen Ammonitenkalke, welche im Osten so häufig die *Monotis salinaria* und Cephalopoden führen. So beobachtet man sie nordwestlich von Kiefersfelden, wo wir undeutliche Terebrateln darin fanden. Am Thierberg enthält der Kalk Hornsteinknollen und zeigt theilweise grünliche Färbung. Es sind Steinbrüche darin angelegt. Die Raibler Schichten verringern ihre Mächtigkeit mehr und mehr; sie erscheinen noch als braune sandige und kalkige Mergel, welche tiefe Einsenkungen zwischen den Kalkgebirgen veranlassen. Die Dachsteindolomite werden mehr und mehr kalkig, besonders in den höheren Schichten. Andererseits nehmen sie Complexe von eigenthümlich dolomitischen, breccienartigen versteinungsleeren leberbraunen bis schwärzlichgrauen Gesteinen auf, welche oft die Erkennung erschweren. Die petrographischen Merkmale der beiden mächtigen Kalkformationen nähern sich im Allgemeinen einander.

Die Thallandschaft von Landl, Hinter- und Vorder-Thiersee besteht aus den jüngeren Schichten, hauptsächlich aus Neocomien. Die Kössener Schichten lehnen sich an den nördlichen Dolomitzug vom Schönfelder Joch und Ascher Joch, und werden überlagert von Adnether Kalk, Liasfleckenmergeln und Juraschichten. Am Schmalecker Joch erscheint dieselbe Folge am Südrand der Zone, doch breiten sich die Aptychenschiefer des Neocomien mit übergreifender Lagerung allmählig darüber aus und bilden die hügelige Landschaft der genannten Dörfer fast allein. Der Klausbach entblösst sie allenthalben; sie fallen südlich. Im Allgemeinen herrschen die gewöhnlichen grauen fleckigen Mergel, doch sind auch einzelne sandige dunklere Schichten zwischengelagert. Wo das Thal das bayerische Gebiet betritt, befindet sich ein bedeutender Bruch, wo Cement gebrannt wird, der jedoch weniger gut sein soll als der Kufsteiner. Das Gestein enthält hier Aptychen, *Anmon. Astierianus* und Herr G ü m b e l fand auch früher *Terebratula diphyoidea*. Am Klausbach abwärts gelangt man zu einem eigenthümlichen Conglomerat, welches am rechten Ufer ansteht und in dichten Dolomit übergeht. Die gerundeten Gerölle desselben stammen nur von Kalk; viele von ihnen zeigen Verwerfungen. Wir besuchten diese Stelle gemeinschaftlich mit Herrn Cotta, G ü m b e l und Baron Andrian, konnten jedoch zu keinem Resultat über die Formation kommen, welcher das Conglomerat angehört.

Noch ist einer kleinen wahrscheinlich tertiären Ablagerung Erwähnung zu thun, welche am Schreckensee im Thierseethal ansteht. Sie besteht aus Tegel, welcher zum Ziegelbrennen dient. Aus dem oberen Thale wurden bei unserer Anwesenheit grosse Massen von Kalktuff zum Baue des Forts bei Zell herabgeführt.

Kalkgebirge zwischen dem Inn bei Kufstein und der bayerischen und salzburgischen Grenze.

Der Inn durchbricht das Kalkgebirge von Wörgl bis Kiefersfelden unter einem schiefen, von hier an unter einem rechten Winkel. Die Landesgrenze tritt bei Kiefersfelden von Westen an den Fluss und folgt ihm zwei Meilen weit, um

dann einen bedeutenderen Theil der östlichen Gebirge noch nach Tirol zu ziehen. Unsere bisher bis zum Inn verfolgten Zonen der verschiedenen Formationen setzen zwischen Wörgl und Kiefersfelden über den Fluss; jener nördliche Theil bringt daher in tirolisches Gebiet ganz neue Züge, welche wesentlich aus jüngeren Formationen bestehen, während das eigentliche Kaisergebirge hauptsächlich aus Werfener Schichten, Guttensteiner Kalk, Hallstätter Kalk und Dachsteinkalk zusammengesetzt ist.

Die Einsenkung von Wörgl über Söll, Scheffau, Elmau, St. Johann bis Fieberbrunn bezeichnet die Südgrenze der nachweisbaren Trias-Formationen gegen jene rothen Sandsteine und schwarzen Kalke, deren stratigraphische Stellung noch nicht mit Sicherheit festgesetzt werden konnte. Es erhebt sich aus dieser Einsenkung nach einem Vorlande von rothem Sandstein und Guttensteiner Kalk ein mehrfach und tief durchbrochener Gebirgszug von Hallstätter Kalk, dessen westlicher Theil als das Vordere Kaisergebirge bekannt ist und den mächtigsten selbstständigen Gebirgsstock der Gegend bildet, während oberhalb St. Johann und Fieberbrunn der Hallstätter Kalk nur an den tieferen Theilen der hohen Gebirge von Dachsteinkalk auftritt, welche die Grenze gegen das Gebiet der salzburgischen Saale bezeichnen. Der Zug der genannten Formation bildet, gleich der Thaleinsenkung, einen weiten nach Süden geöffneten Bogen. Alle Schichten fallen senkrecht zur Streichrichtung im Allgemeinen nach Norden und tragen Dachstein-Dolomit, der sich als eine weitere Zone anschliesst. Am Kaisergebirge ist er muldenförmig gelagert und es erhebt sich aus ihm der Hallstätter Kalk des Hinteren Kaisergebirges, der am Nordabhang wieder unter Dachstein-Dolomit verschwindet. Das Hintere Kaisergebirge hat eine kurze Erstreckung, indem es sich schon am Ebersberg unter den überwölbenden Dachstein-Dolomit senkt, welcher nun, von jüngeren Formationen mannigfach bedeckt, im Gebirgsbaue herrscht.

Ich übergehe die ausführlichere Beschreibung des Gebirgsbaues in diesem östlichsten Theile des Trias-Lias-Gebietes, da Herr Pichler eine solche vorbereitet hat und sie auf eine ungleich grössere Anzahl von Detailbeobachtungen stützen kann, als uns bei der flüchtigen Uebersichtsaufnahme auszuführen gestattet war.

---

## II. Jura und Kreide.

Diese beiden Formationen verhalten sich sowohl in ihrer allgemeinen Verbreitung wie in der Anordnung ihrer einzelnen Glieder überaus verschieden von den Trias-Lias-Gebilden. Während diese eine breite, der Streichrichtung der Centralalpen parallele Zone längs dem Nordabfall der krystallinischen Schiefergebirge bilden und sich in Hinsicht auf die Entstehungsgeschichte der Alpen als ein selbstständiges Ganzes abgliedern, haben die Schichten der Jura- und Kreideformation mehr den Charakter örtlicher parasitischer Auflagerungen auf älteren Gebirgen oder aus der Tiefe aufragender Inseln in dem Bereich jüngerer Schichtgebilde. Bei den bisher betrachteten Formationen zeigte sich von den tiefsten Schichten der Trias bis zu den höchsten des Lias nirgends eine Unterbrechung in der Schichtfolge; jetzt aber ist sie in vielen Theilen dieser Zone abgebrochen; in Vorarlberg bilden die Algäu-Schichten des Lias allenthalben das oberste Glied und östlich davon lagerten sich die Juragebilde nur

noch in einzelnen Zügen ab, welche meist zwischen hohen Kämmen von Hallstätter Kalken oder Dachstein-Dolomiten hinlaufen. Wo sie den Lias zur Unterlage haben, liegen sie gleichmässig darauf und der Uebergang der beiden Formationen ist dann so allmähig, dass es uns nicht gelang, einen bestimmten Anhalt zur Trennung zu finden; auf allen älteren Schichtgebilden aber ist der Jura abnorm aufgelagert, so dass man deutlich erkennen kann, dass das Lias-Trias-System zur Zeit der ersten Jura-Ablagerungen schon bedeutende Hebungen erfahren hatte, aber langsame Hebungen, welche den Parallelismus benachbarter Gebirgsglieder niemals hindern konnten. Nur so konnte es kommen, dass die Jura- und Kreidegebilde trotz der conformen Auflagerung der ersten auf den Lias-Fleckenmergeln einen beschränkteren Verbreitungsbezirk haben.

Ein anderes wesentliches Moment im Charakter unserer beiden Formationen ist die gänzlich verschiedene Entwicklung im Osten und Westen. Bereits im ersten Theile dieser Abhandlung (dieses Jahrbuch, Band X, Seite 79, 80) suchte ich den stetigen Verlauf von Ost nach West in der Entwicklung der einzelnen Formationen von den ältesten bis zur Kreide im Gebiet der nördlichen Kalkalpen nachzuweisen. Es zeigte sich, dass die Trias von Osten nach Westen an Mächtigkeit ab-, der Lias aber zunimmt, dass jene ihre bedeutendste Massentwicklung in den oberösterreichischen und salzburgischen Alpen, dieser im nordwestlichen Tirol (Lechgebiet) und im bayerischen Algäu erreicht, während die Juraformation, wiewohl von den östlichen Theilen der Alpen her reich gegliedert, doch an Masse untergeordnet bleibt und erst in der Schweiz ihr Maximum erreicht, und endlich die Kreideformation ihre bedeutendste Entwicklung im südlichen Frankreich und von dort durch die Schweiz bis nach Vorarlberg hin hat, dann im nördlichen Tirol, in Oberbayern und weiter östlich, nur durch die tiefsten und die höchsten Glieder vertreten ist und erst in den östlichen Alpen und Karpathen sich ein zweites Gebiet der vollständig entwickelten Formation vorschiebt, bis mit dem Beginne der Nummulitenformation das Eocenmeer sich wieder um das gesammte Alpengebirge herum erstreckt.

Durch diese Eigenthümlichkeit ist in der Juraperiode noch einige Einheit in der Ausbildung der Formationsglieder durch ganz Vorarlberg und Nordtirol zu erkennen, aber die Kreidegebilde sind auf das Schärfste in zwei Gebiete gesondert, deren Trennung ungefähr mit der Wasserscheide zwischen Iller und Lech, der auch sonst so bekannt gewordenen Scheidelinie des bayerischen Volkstammes gegen den schwäbischen und alemannischen, zusammenfällt. Da die Juraformation in Vorarlberg an das Kreidegebiet gebunden ist, in diesem aber nur untergeordnet auftritt, so trennen wir die Betrachtung des Gesamtcomplexes unserer beiden Formationen nach den angeführten geographischen Gebieten.

### 1. Entwicklung der Jura- und Kreidegebilde in Vorarlberg.

Das schweizerisch-vorarlbergische Kreidegebiet erstreckt sich aus der Gegend von Marseille dem Rand des Zuges der Centralalpen parallel durch das Gebiet von Savoyen, über Genf und fast in gerader Richtung durch die Schweiz hindurch über den Rhein nach Vorarlberg und dem bayerischen Algäu, wo seine eigenthümliche Entwicklung sich am Grönten noch einmal sehr charakteristisch wiederholt; in der östlichen Fortsetzung dieses Berges keilt es sich bald aus und verschwindet ganz. In dieser ganzen Erstreckung bildet das Kreidegebiet eine an Breite oftmals wechselnde, in ihrem landschaftlichen Charakter wie in ihren Gesteinen sich ungemein gleichbleibende Zone, die in der Schweiz häufig

durch aufgelagerte Molasseschichten, selten durch ältere Gebilde in ihrer Stetigkeit unterbrochen wird. In Vorarlberg erreicht die Zone die ungewöhnliche Breite von zwei Meilen (in dem Durchschnitt südlich von Dornbirn) und ist durch keine jüngeren Gebilde, wohl aber durch ein aus der Tiefe aufragendes Juramassiv, das Gewölbe der Canisfluh, unterbrochen.

Der landschaftliche Charakter des Kreidegebietes ist überaus reizvoll und bedingt die Schönheit des Bregenzerwaldes. Die fruchtbaren Verwitterungsproducte der herrschenden Glieder schufen die üppigen Alpen und damit den Reichtum der intelligenten Bewohner.

**Begrenzung.** — Das vorarlbergische Kreidegebiet ist zwischen zwei nach St. 5 streichenden Flysch-Zügen eingeschlossen und gegen beide fast geradlinig und scharf abgegrenzt. Die südliche Grenzlinie beginnt mit den ersten östlichen Uferhöhen des Rheinthales bei Feldkirch, setzt zwischen Frastanz und Satteins über das Illthal, zieht sich nördlich vom Muttekopf vorüber, durch das Latternser Thal (bei Bonacker), verlässt dieses ein wenig oberhalb des Hinterbades und erreicht bei der Alpe Göfas das schöne Amphitheater, in welchem der Mellenbach aus dem Sümser See entspringt, und damit das Thalsystem der Bregenzer Ache; den Fluss selbst erreicht die Formationsgrenze südlich von Au, um dann, stets der Richtung St. 5 folgend, nach der Subers-Alp und südlich vom Hoch-Ifer vorbei nach Rietzlen im Thale Mittelberg zu ziehen und dann im Algäu in nordöstlicher Richtung fortsetzend zwischen Tiefenbach und Fischen an der Iller sich mit der nördlichen Grenze der beiden Formationen zu vereinigen. Diese, welche als östliche Fortsetzung der Nordgrenze des Säntis- und Hohekastengebirges am Röthelstein südlich von Dornbirn aus dem Alluvium des Rheinthales zum Vorschein kommt, zieht in fast geradliniger Richtung über das Hochälpele, Bersbuch an der Bregenzer Ache und Sibratsgföll nach dem Feuerstätter Berg, auf dessen Höhe die Juraformation aus der Tiefe aufragt. Südlich vom Bolgen vorbei erreicht auch diese Grenze bald den erwähnten Vereinigungspunkt an der Iller, wo sich das Kreidegebiet Vorarlbergs auskeilt. Erst zwei Stunden weiter nördlich erhebt sich die isolirte, 5364 F. hohe Bergmasse des Grünten, um noch einmal alle Eigenthümlichkeiten jenes Gebietes auf kleinem Raume zu vereinigen.

So gleicht das Kreidegebiet Vorarlbergs einem langgestreckten dreieckigen Zipfel, dessen scharfwinklichste Spitze im Algäu südlich von Fischen an der Iller liegt, dessen längste, nach Stunde  $4\frac{1}{2}$  streichende Seite von der Spitze bis zu dem inselartig aus der Rheinebene sich erhebenden Schellenberg  $12\frac{1}{2}$  Meilen beträgt, während die kürzere ostwestliche Seite kaum 10 Meilen Länge erreicht. Gegen die Schweiz hin ist das Dreieck mit der angeführten Breite von 2 Meilen geöffnet.

Die Gebirge dieses Gebietes, welche sich bis 6600 Fuss (in der Mittagsspitze) erheben, bilden in dem regelmässigsten Theile, der Gegend von Bezau, Mellau, Schnepfau und Sibratsgföll, ein sehr einfaches System westöstlich streichender Rücken, welche nach Süden sanft und allmähig, nach Norden schroff und prallig abfallen; eben so gleichförmig sind die vielen parallelen Thäler, von denen nur das der Bregenzer Ache und des Subersbaches mit der Längs- die Querrichtung verbinden. Besonders das erstere ist durch den dadurch bewirkten Zickzacklauf und den häufig wechselnden Charakter interessant. Dort, wo die Hebungen nicht so einfach waren, sind auch die Gebirgs- und Thalsysteme ein wenig complicirter; aber auch wenn die westöstliche Richtung für das Streichen der Schichtenfaltungen und Gebirgsstörungen constant bleibt, bedingen doch die

häufigen Erosionsthäler, wie das Mellenthal, einen oft complicirten Bau. Ehe wir diesen weiter verfolgen, wenden wir uns zur Betrachtung der Gliederung der beiden im Kreidegebiet auftretenden Formationen. Es ist durch die Arbeiten der Herren Studer und Escher so wie in der neuesten Zeit durch Herrn Désor für die Aufklärung derselben jenseits und diesseits des Rhein bereits so viel geschehen, dass wir nur den Spuren dieser bewährten Forscher zu folgen und dann eigene Beobachtungen hinzuzufügen haben.

## A. Gliederung.

### a) Juraformation.

Die Verbreitung der Juraformation in Vorarlberg ist äusserst beschränkt; man kennt sie bisher an drei Stellen, die unter einander keinen Zusammenhang haben, und es ist keine Aussicht, dass man je eine weitere Verbreitung nachweisen können wird. Die westlichste Stelle ist der Fläscherberg im Fürstenthume Liechtenstein, dessen Bau wir bereits früher (dieses Jahrbuch Bd. X, S. 129 und Fig. 6, 7, 8, 9) erörtert haben. Es ergab sich als das wahrscheinlichste Resultat, dass dort die Lias-Algäuschichten durch einen nicht zu Tage kommenden braunen Jura von dickbankigen dunklen Kalken getrennt werden, welche sich durch *Ammonites biplex* als Oxford-Kalk erweisen, dass diese ferner von einem Schichtensystem überlagert werden, welches dem obersten weissen Jura angehört, und hierauf unmittelbar Flysch folgt. Die ganze Formationsentwicklung reiht den Fläscherberg dem schweizerischen Juragebirge zu, in Nordtirol findet sich nichts Analoges. Auch der geographischen Lage nach erweist er sich als dorthin gehörig und als letzter Ausläufer der in der Schweiz so verbreiteten Juragebilde.

Die zweite Stelle, wo Juraformation auftritt, ist eine Insel im Kreidegebirge, an der Grenze des letzteren mit Flysch, das Juragewölbe der Canisfluh im Bregenzer Walde. Das Schichtgebilde erhielt von Herrn Escher die Benennung „Jurakalk von Au“ nach dem Dorfe Au, in dessen Nähe versteinungsreiche Schichten anstehen. Das grosse Massiv streicht von Ost nach West und wird senkrecht gegen diese Richtung von einer tiefen Spalte durchsetzt, in welcher die Bregenzer Ache ihren Lauf nimmt. Dadurch wird der innere Bau auf das Trefflichste entblösst; es zeigt sich eine hochaufgetriebene Wölbung dickbankiger, dunkler, zum Theil weissadrigter Kalke. Nach Süden fallen die Schichten sanft, nach Norden fast senkrecht. Dies bestimmt die ganze Gestalt des Berges, der von seinem höchsten Rücken steil nach Norden abstürzt, während er auf dem sanftgewölbten südlichen Abhange fruchtbare Alpen trägt. Der First des Gewölbes senkt sich ebenfalls in der Streichrichtung, östlich unter die Kreidegebilde der Mittagfluh, westlich unter die des Hohen Koyen. Dieses allmähliche Hinabsinken der Schichten nach drei Richtungen (West, Süd, Ost) unter jüngere erlaubt bei der regelmässigen Auflagerung der letzteren die ganze Schichtfolge genauer kennen zu lernen. Sorgfältigere Untersuchung wird vielleicht eine grössere Reihe von Formationsgliedern des Jura zu Tage fördern; mir gelang es unter den Spatangenkalken nur zwei durch Versteinerungen charakterisirte, sicher getrennte Formationsglieder nachzuweisen, deren eines der schon von Herrn Escher beschriebene Jurakalk ist, während das andere dem Neocom angehört und im folgenden Abschnitt beschrieben werden soll.

Dicht bei dem Dorfe Au bildet eine entblösste Schichtenfläche des dickbankigen Jurakalkes eine steile Wand, welche unmittelbar in die Bregenzer Ache abstürzt. Hier sind ausserordentlich zahlreiche Ammoniten im Kalksteine einge-

schlossen, meist, wie schon Herr Escher fand, von der Form des *Amm. biplex* später fanden die Herren Escher, Merian und Suess ausser dieser Art noch: *Amm. Zignodianus d' Orb.*, *Amm. Lamberti Sow.*, *Amm. convolutus Schl.*, *Belemn. semihastatus*, *Terebratula globata* und andere Formen, welche das Gebilde an die Grenze von braunem und weissem Jura stellen.

Escher stellte es in das Niveau des Oxfordien, und diese Annahme wird fast zur Gewissheit, wenn man den Kalk von Au mit dem dickbankigen des Fläscher Berges vergleicht. Beide sind einander sehr ähnlich, während der Kalk von Au weiter im Osten nirgends mehr ein Analogon findet. Es scheint daher, dass auch die Canisfluh noch ein verlorener Posten der schweizerischen Juraformation ist, wohl der letzte gegen Osten.

Ein drittes Mal treten jurassische Gebilde am Feuerstätter Berg bei Sibratsgöll an der Grenze Vorarlbergs gegen das Algäu auf. Herr Gümbel und ich besuchten diese noch unbekannt gewesene Stelle auf Anzeichen hin, welche derselbe im Bachgerölle gefunden hatte. Die steilwandige Gipfelmasse besteht aus einem vielfach gewundenen Complex von Kieselkalken, sie sind hart, spröde, gelb, roth, weiss und grau gefärbt und führen häufig Feuersteinknollen. Von Versteinerungen gelang es nur Bruchstücke von Belemniten und Aptychen zu finden, doch erkannte Herr Gümbel mit grosser Sicherheit in den Gesteinen die Ammergauer Wetzsteinschiefer, ein Formationsglied, welches von hier an östlich sehr verbreitet ist. Als oberstes Glied fanden wir sandige, etwas flyschähnliche Kalkmergel, welche gleichfalls noch Belemniten führen. Das ganze System taucht aus der Kreide hervor, dort wo diese an Flysch grenzt, so dass schon der Nordabhang der Gipfelmasse in den Flysch hinabfällt.

Die Verschiedenheit dieser drei Jura-Inseln im Sedimentgebirge Vorarlbergs zeigt, dass hier das Gebiet ist, wo sich die östliche und die westliche (schweizerische) Entwicklungsform dieser Formation begegnen. Es scheint nur der oberste Theil der letzteren vertreten zu sein und die beiden verschiedenen Gebilde dürften verschiedene Niveau's in dieser kleinen Abtheilung bezeichnen; welches aber das höhere ist, ob der dunkle Kalk von Au und dem Fläscher Berg oder die Kieselkalke des Feuerstätter Berges, dies lässt sich vorläufig noch nicht mit Sicherheit entscheiden.

#### b) Kreideformation.

Die charakteristische Gliederung der Kreideformation im provençalisch-schweizerisch-vorarlbergischen Becken wird seit langer Zeit durch die Reihenfolge: Spatangenkalk, Schratten- oder Caprotinen-Kalk, Gault, Seewerkalk und Seewermangel dargestellt. Dazu kommt seit einiger Zeit das von Herrn Désor aufgestellte Valanginien und in Vorarlberg haben wir noch ein weiter verbreitetes Glied der Kreideformation, die Rossfelder Schichten, hinzuzufügen. Es scheint sich folgende Reihenfolge dem Alter nach als die richtigste zu ergeben:

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1. Rossfelder Schichten.<br>2. Valanginien (?),<br>3. Spatangenkalk, |  | 4. Caprotinenkalk,<br>5. Gault,<br>6. Seewerkalk und Seewermangel. |
|--|--|--|

#### I. Rossfelder Schichten.

Mit diesem Namen wurde bekanntlich in den Arbeiten der geologischen Reichsanstalt ein dem Neocomien angehöriges Schichtensystem eingeführt, welches auf dem petrefactenreichen Rossfeld bei Hallein auftritt und dort in bestimmt

geschiedene Abtheilungen weisser Aptychenkalke, mergeliger und sandiger Schichten zerfällt. Es führt sehr häufig *Aptychus Didayi Coqd.* und zahlreiche Cephalopoden. Man fand das Schichtensystem bald darauf sehr verbreitet am Nordrand der Alpen und wir werden vielfach Gelegenheit haben, es in Tirol zu nennen.

Fast überall lagern die Didayi-Schichten den obersten Gliedern des Jura parallel und sind wegen der Aehnlichkeit der Gesteine oft schwer zu trennen; fast immer auch sind beide gleichmässig gehoben. In Vorarlberg treten die Rossfelder Schichten nur sehr isolirt an der Canisfluh auf, wo sie neben dem Jurakalk von Au das zweite der oben angedeuteten Glieder unter dem Spatangenkalk sind. Grosse entblösste Schichtenflächen bilden den sanften Südabhang dieses Berges von seiner ostwestlichen Höhenlinie bis hinab zur Canisalp. Von hier abwärts gegen Au kommt man sehr allmähig zu den terrassenförmig hervortretenden, sich gleichfalls nach der Bergfläche ausdehnenden älteren Schichten, bis man in Au selbst die oben erwähnten versteinerungsreichen Jurakalke erreicht.

Diese obersten Schichten der Canisfluh führen *Apt. Didayi* und andere wenig bestimmbare Versteinerungen, besonders in grosser Zahl Belemniten und Ammoniten, welche letztere auf den entblössten Schichtflächen sichtbar werden. Der Wechsel des Gesteines ist nicht so bedeutend wie in den Ostalpen; es treten fast ausschliesslich graue mergelige Kalke auf, mit einer Schichtungsmächtigkeit von  $\frac{1}{3}$  bis 2 Fuss. Die Fläche neigt sich von der Höhe des Berges allmähig in die hochgelegene Mulde der Canisalp hinab, bei der die bedeckenden schwarzen Spatangenkalk-Schichten sichtbar werden, welche sich in steilen Wänden zu dem der Canisfluh parallelen, die Hochmulde südlich begrenzenden Zug des Hochglockners und der Mittagspitz aufbauen (s. Profl. XXII, XXIII). Diese klare Zwischenlagerung ist im weiteren Verlauf zwischen Jura und Spatangenkalk nicht zu beobachten, da die Grenze meist verdeckt ist; nur bei der Hochstetter Alp an dem gegen Mellau gekehrten Abhang treten dieselben Schichten noch einmal versteinerungsreich auf. Ihre Mächtigkeit lässt sich nicht angeben.

So wie in Vorarlberg dieses Vorkommen der Rossfelder Schichten vollkommen isolirt ist und sie sich hier aufs Engste den Juraschichten anschliessen, so ist es auch wenn wir uns nach dem weiteren Verbreitungsbezirk dieses Formationsgliedens in unserem Kreidegebiet umsehen. Studer führt <sup>1)</sup> aus der Stockhornkette „Neocomien mit ganz verändertem petrographischen und paläontologischem Charakter“ an, aus dem (wie bei der Canisfluh) der höchste Kamm mit seinen Felsstöcken besteht. „Die Petrefacten zeigen die merkwürdige Fauna ungewöhnlicher Cephalopoden, Ammoniten, *Crioceras*, *Ancyloceras*, breiter Belemniten, welche den Neocomien der Provence bei Barême, Castellane, Escagnolles auszeichnen und im gewöhnlichen Neocomien der Alpen und des Jura beinahe ganz fehlen“. Es fanden sich u. a. *Belemn. bipartitus d'Orb.*, *dilatatus Bl.*, *latus Bl.*, *Amm. subfimbriatus d'Orb.*, *A. infundibulum d'Orb.*, *clypeiformis d'Orb.*, *Crioceras Duvalii Leym.*, *Cr. Villiersianum d'Orb.*, *Ancyloceras dilatatum d'Orb.*, *Anc. pulcherrimum d'Orb.*, *Aptychus Didayi*. Westlich setzen die Gesteine der Stockhornkette fort bis zum Genfer-See; darüber hinaus in den Voirons <sup>2)</sup> fand sich dieselbe eigenthümliche Facies des Neocomien, dieselbe enge Verbindung mit Oxfordkalk. Auch eine Localität in der unmittelbaren östlichen Fortsetzung der Stockhornkette, bei Merligen und am Sulzi jenseits

<sup>1)</sup> Geologie der Alpen. II, Seite 71 ff.

<sup>2)</sup> A. a. O. Seite 73.

des Thuner Sees, welche Studer zum Spatangenkalk stellt <sup>1)</sup>, dürfte mit Sicherheit hieher zu rechnen sein. Es fanden sich dort: *Ptychoceras*, *Toxoceras*, *Baculites*, *Hamites* (?), ferner *Bel. bipartitus*, *B. dilatatus*, *Ammon. cryptoceras*, *A. asperrimus*, *Aptychus Didayi*.

So füllen die Canisfluh und ihre Analoga in der Schweiz die grosse Lücke aus, welche zwischen den paläontologisch so nahe stehenden Neocombildungen der Provence, des Rossfeldes und den fernen Beskiden zu herrschen schien. Die Canisfluh zeigt ausserdem mit Bestimmtheit, dass das Neocom jener Länder keine blossе Facies des schweizerischen, sondern als ein tieferes dem Oxfordien nahe stehendes Glied davon zu trennen ist.

## 2. Etage Valanginien (Désor).

Diese zuerst von Campiche als unterstes Glied des Neocom beobachtete und von Désor <sup>2)</sup> auf Grund der von Jenem gesammelten Versteinerungen als mit keinem bekannten Neocomgebilde vereinbar erwiesene Abtheilung erregte in den letzten Jahren so sehr das Interesse, dass es nahe lag, sie auch in Vorarlberg aufzusuchen. Sie wurde in den oberen Thälern des Neufchateler und französischen Jura (La Chaux-de-Fonds, Métabief u. s. w.) und bei Douane am Bieler See entdeckt, gleichzeitig von Escher am Säntis. Im Jahre 1857 theilte Herr Désor bei Gelegenheit der Versammlung der schweizerischen Naturforscher in Trogen mit, dass sich das Valanginien um alle aus Jura gebildeten Höhen bei Neufchatel herumziehe und folgende dreifache Gliederung erkennen lasse:

- a) (zu unterst) blaue Mergel,
- b) quarzreicher Kalkstein, mehrere hundert Fuss mächtig,
- c) eisenstein- (limonit-) reiche Schichten von Métabief, hierüber folgen die „Mergel von Rodry“ und dann erst das eigentliche Neocomien.

Als charakterische Versteinerungen wurden angesehen: *Pygurus rostratus* Ag., *Nucleolites Neocomiensis* Ag., *Toxaster Campichei* Dés. u. A.

Gleichzeitig legte Herr Escher v. d. Linth der Versammlung eine in grossem Maassstabe ausgeführte Karte des Säntis-Gebirges mit mehreren ungemein lehrreichen Durchschnitten vor. Es ergab sich dort folgende Gliederung der tiefsten Kreideschichten:

- a) Oolithischer Kalkstein,
- b) Kalkstein, reich an Quarzkörnern, ohne Eisen, führt *Pygurus rostratus* Ag. und ist daher das typische Glied des Valanginien,
- c) kieseliger Kalk, *Toxaster Säntisianus*,
- d) knolliger Kalk mit Mergel, *Toxaster Brunneri*.

In Vorarlberg gelang es mir nicht, eine einzige der das Valanginien charakterisirenden Versteinerungen aufzufinden, eben so wenig werden solche in früheren Arbeiten erwähnt. Es fehlt daher an paläontologischen Beweisen für das Vorkommen des interessanten Formationsgliedes und es bleiben nur Schichtenbau und Gesteinscharakter als einzige Anhaltspunkte, um wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit das Fortstreichen des Valanginien vom hohen Säntis bis nach Vorarlberg darzuthun. An drei Stellen scheinen die Verhältnisse die Deutung gewisser Schichten als mit den in Rede stehenden von Neufchachtel identisch zu gestatten.

<sup>1)</sup> A. a. O. Seite 68.

<sup>2)</sup> Désor: *Quelques mots sur l'étage inférieur du groupe néocomien (étage Valanginien)*. Bull. de la Soc. des sciences nat. de Neufchatel. T. III, 1854.

Die erste ist wiederum an der Canisfluh. Die Jurakalke fallen flach südlich. Hoch darüber lagern ganz conform Spatangenkalke, welche den Hohen Glockner zusammensetzen und in steilem Abhang gegen die Canisalp abgebrochen sind. Die Schichten zwischen beiden Systemen sind ebenfalls vollkommen gleichmässig mit dem Hangenden und Liegenden gelagert; ihre Analyse ergibt natürlich die Gliederung zwischen oberem Jura und Spatangenkalk. Unmittelbar dem Jura aufgelagert sind die eben beschriebenen Rossfelder Schichten, welche am Rücken der Canisfluh unter dem Hohen Glockner hinabziehen. Wenn man den Weg von der oberen Oberalp (in der mehrfach erwähnten Einsattelung, welche auch die Canisalp trägt) am Ostabhange des Korbspitz und Hohen Glockners vorüber nach der Korbalp einschlägt, so kreuzt man das regelmässige Schichtenprofil von den Rossfelder Schichten aufwärts bis zum Gault. Das unmittelbar Hangende von jenen bildet die mit Alpenwiesen bedeckte Einsattelung. Es folgen ausserordentlich quarzreiche dunkle Kalke, welche dem Spatangenkalk fremd sind, dann erst entwickelt sich der letztere mit seinem gewöhnlichen Charakter. Es ist kaum zu bezweifeln, dass die Kalksteine mit Quarzkörnern, welche eine bedeutende Mächtigkeit besitzen, das Aequivalent von Escher's zweitem Gliede (*b*) des Valanginien sind.

Die zweite Stelle ist am Hoch-Ifer; hier baut sich aus dem Grunde des tiefen Ifer-Tobls aus schwach südlich (Stunde 11) geneigten, sonst aber in ihrer Lagerung ungestörten Schichten die 1500 Fuss hohe Iferwand auf. Juraschichten treten an ihrem Fuss, wie es scheint, nicht auf. Unmittelbar über mächtigen Massen von Steingeröll folgt:

- a) schwärzlichgrauer, kieseliger Kalkstein, von weissen Kalkspathadern durchzogen. Das Gestein unterscheidet sich von vielen in höherem Niveau auftretenden nur durch seinen bedeutenden Kieselgehalt,
- b) dunkler Kalkstein mit vielen Quarzkörnern; auch dieser ist kieselig und nach G ü m b e l partienweise krystallinisch,
- c) G ü m b e l fand diese Schichte nach oben übergehend in „einen sehr dünnbankigen, ebengeschichteten Sandstein von weisslichgrauer Farbe, welcher ausgewittert fast wie die obere Lage des Gaultsandsteines aussieht“.

Hierüber folgen typische schwarze mergelige Spatangen-Kalkschichten. Die Schichte *c*) beobachtete ich nicht; es ist zu bemerken, dass in dem höheren Neocomien derartige Schichten nicht selten vorkommen, daher ihre Stellung zweifelhaft bleiben muss. Besonders ist es das gegen 40 Fuss mächtige System von *b*), welches auf Valanginien zu deuten scheint, da quarzreiche Schichten höher hinauf noch nicht beobachtet wurden.

Endlich dürfte des Valanginien noch in der Umgebung des Hohen Freschen vorhanden sein. Es ist hier der verworrenste Theil des Kreidegebietes; die entblössten Steilwände zeigen so vielfache Biegungen und Zusammenfaltungen, dass die Schichtenreihe schwer zu entziffern ist; dennoch lässt sich in einem Durchschnitt vom Nord nach Süd die allmälige Aufeinanderfolge der Hauptglieder klar erkennen. Hat man von der hohen Kugel südwärts über die Kugelalp nach Latorawandernd den Seewerkalk überschritten, so gelangt man plötzlich (am Hörndl) zu einer weithin zu verfolgenden, nach Stunde 5 streichenden scharfen Grenzlinie, wo den jüngsten Kreideschichten abermals die ältesten aufliegen, von denen man über den Hohen Freschen fort im Hangenden allmäligen wieder die jüngeren Glieder bis zu regelmässig aufgelagerten Nummuliten- und Flyschschichten erreicht. Auf dem bezeichneten Wege stösst man an der Ueberstürzungslinie unmittelbar auf versteinungsreiche typische Spatangenkalk-Schichten, während

weiter westlich dieselben quarzreichen Kalke auftreten, wie am Hohen Glockner und Hohen Ifer. In der Umgebung des Hohen Freschen treten sie durch die grossartigen Störungen noch hier und da zu Tage und scheinen bis gegen St. Victorsberg fortzusetzen.

Das Vorhandensein des Valanginien im Kreidegebiete von Vorarlberg kann natürlich nicht als erwiesen gelten, so lange nicht durch Versteinerungen die Aequivalenz der Schichten entschieden ist. Allein so unsicher auch oft die Schlüsse aus dem petrographischen Charakter bei Sedimentgesteinen sind, kann man doch in engbegrenzten Gebieten und bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Lagerungsverhältnisse diesen Weg oft mit grosser Sicherheit einschlagen. In unserem Falle überdies wäre es in der That auffallend, wenn ein Formationsglied, das bei Neufchatel und am Säntis durch gleiche Gesteine vertreten ist und an dem letzteren Berge, dem Urbilde des Gebirgsbaues in unserem ganzen Kreidegebiet, noch so mächtig auftritt, jenseits des Rheinthales, das auf die Schichtenentwicklung der Kreide gar keinen Einfluss hat, plötzlich verschwinden sollte; in solchem Falle, da man das Fortstreichen nach Vorarlberg a priori erwarten müsste, kann man wohl, wenn man dasselbe Gestein in demselben Niveau vorfindet, den Schluss auf Aequivalenz mit hinreichender Sicherheit ziehen.

Es bleibt nun noch übrig, das Verhältniss der Rossfelder Schichten zum Valanginien festzustellen. Früher hatte man den Spatangkalk als unterstes Glied des Neocomien, somit als den Eröffner der Kreideformation angesehen. Désor trennte das Valanginien nicht als Glied des Neocomien, sondern als besondere gleichberechtigte Etage unter demselben; es schliesst sich demnach dem Jura innig an und seine unteren Schichten wurden früher für jurassisch gehalten; erst ein genaueres Studium erwies die engere Verwandtschaft mit der Kreide. Andererseits hatten wir gesehen, dass die *Aptychus Didayi* führenden Schichten der Canisfluh ihres geognostischen und paläontologischen Verhaltens wegen von dem *Spatangus retusus* führenden schweizerischen Neocomien gleichfalls scharf zu trennen seien und dass sie sich geognostisch auf das Engste den Oxford-Schichten anschliessen; letzteres ist allenthalben, wo immer sie vorkommen, in solchem Maasse der Fall, dass nur eine genaue Speciesbestimmung sie davon zu trennen vermochte. Das östliche Gebiet wird dafür weitere Belege liefern. Welches Gebilde ist nun älter, Valanginien oder Didayi-Kalk?

Berücksichtigt man die innige geognostische Vereinigung von Valanginien und Neocomien, die erst durch die Echinodermen-Studien eines Désor getrennt werden konnten und andererseits die Trennung der beiden Gebilde der Canisfluh, wo man gänzlich verschiedene Formationen zu sehen glaubt, so dürfte schon hierin ein Grund liegen, die Didayi-Schichten für älter, dem Spatangkalk ferner stehend, zu betrachten. Die Lagerungsverhältnisse an der Canisfluh würden dies mit grosser Bestimmtheit erweisen, wenn in jenen quarzföhrnden Schichten nur eine einzige Versteinerung des Valanginien vorhanden wäre. Was die Fauna betrifft, so ist den Arten nach die der Didayi-Schichten eben so weit von der des Valanginien entfernt, als beide von der Fauna des Spatangkalkes; dem allgemeinen Charakter nach aber steht die der Didayi-Schichten ungleich ferner, da sie zugleich eine andere Facies darstellt. An allen Orten, wo ihre Fauna getrennt untersucht wurde, hat man kaum eine Art als gemeinschaftlich mit dem Spatangkalk auffinden können. Das Studer'sche Verzeichniss gibt, wie gezeigt wurde, die Arten aus beiden Etagen zusammen.

Sind auch diese Gründe für einen Beweis noch zu schwach, so glauben wir doch in unserem Kreide-Becken die Rossfelder Schichten mit *Ammon. Didayi* als unterstes Glied setzen zu müssen; ihnen folgt das Etage Valanginien und dann

erst das Neocomien mit seiner unteren und oberen Abtheilung, welche als Spatangkalk und Caprotinenkalk bekannt sind.

### 3. Spatangkalk.

Dieses Glied ist durch seine Mächtigkeit bei weitem das herrschende in der Kreideformation Vorarlbergs und nimmt wohl drei Viertheile der Oberfläche des ganzen Gebietes ein, dessen Charakter dadurch wesentlich bestimmt wird. Der Name stammt von dem leitenden *Spatangus retusus* Lam.; in Vorarlberg kommt er selten vor, während manche andere Versteinerungen durch das ganze System verbreitet sind. Die untere Grenze ist meist verhüllt und dort, wo sie aufgeschlossen ist, durch den Uebergang in das Valanginien unklar, während die obere durch die Auflagerung des stets charakteristisch auftretenden Caprotinenkalkes scharf und bestimmt ausgesprochen ist.

Die Gesteine dieses Formationsgliedes zeichnen sich im Allgemeinen durch das Vorherrschen und stete Wiederkehren schwarzer verhärteter Mergel aus, die zum Theil an der Luft aschblau verwittern. Ausserdem kommen dieselben Gesteine vor, welche Studer aus der Schweiz anführt: „innige Gemenge von Kalk, Kieselsand und Thon, die zwischen Kalkstein und Sandstein schwanken“. Ferner finden sich schwarzgraue, mit weissen Kalkspath- und gelben Bitterspath-Adern durchzogene Kalke, andere, welche dünnbankig und von wulstig herausgewitterten, kieseligen Ausscheidungen durchzogen werden, so dass sie gewissen Flyschgesteinen täuschend ähnlich sind. Schwarze mergelig kalkige Schiefer sind allenthalben zwischengelagert. Drei Merkmale zeichnen diese Gesteine aus, so dass man sie stets leicht wiedererkennt, das ist zunächst die stets dunkle, schwärzliche Färbung, ferner die grünen Eisenoxydulsilicat- (Glaukonit-) Körner, welche besonders die festeren Schichten in grosser Menge erfüllen und im frischen Gestein durchscheinend sind, aber durch Verwitterung leicht braun und undurchsichtig werden. In den parallelen Gesteinen der Schweiz sollen diese Körnchen nach Escher noch ungleich häufiger vorkommen <sup>1)</sup>. In den weichen mergeligen Schichten beobachtete ich die Glaukonitkörnchen nicht, dagegen tritt hier ein feiner Quarzsand auf, der dem Gestein in ungleichem Verhältnisse beigemischt ist und oft so vorherrscht, dass es vom Grünsand des Gault nicht zu unterscheiden ist. Das dritte für die vorarlbergischen Kreidgesteine überaus charakteristische, für diejenigen der Schweiz nicht angeführte Merkmal ist die oolithische Structur fast aller festeren Schichten. Die oolithischen Körnchen erreichen selten über  $\frac{1}{2}$  Linie im Durchmesser und sind von unregelmässiger Gestalt. Meist sind sie dunkler als der bindende Kalk, dem die Glaukonitkörnchen beigemischt sind.

Was die Aufeinanderfolge dieser petrographisch verschiedenen Schichten betrifft, so besteht stets der untere Theil aus vorwiegend mergeligen Gesteinen, während nach oben die kalkigen Schichten häufiger und mächtiger werden. Wiederum dient die Wand des Hohen Ifers als bestes Beispiel. Doch auch in allen anderen Theilen des Gebietes findet sich dieselbe Folge. So treten in der ganzen Umgebung von Bezau und Bizau nur die jüngeren Schichten zu Tage und zeichnen sich durch ihre feste Gesteinsbeschaffenheit mit sparsamen thonigen Zwischenlagen aus. Ganz anders im Mellenthal, wo die tieferen Schichten vorherrschen. Steigt man aus dem Kessel des Sünser See's herab, so durchschreitet

<sup>1)</sup> Vorarlberg. Seite 10.

man, nachdem man Flysch, Nummulitenkalk und einige Seewer-Schichten verlassen hat, das ganze umgekehrte Kreidesystem; zuerst erscheinen schwarze Neocom-Mergel mit *Spatangus retusus*, über deren schlüpfrige Abhänge der Weg steil nach der obersten Alpe herabführt. Erst kurz vor derselben folgt eine steilere Wand von festeren Schichten. Ueber hohe Terrassen mit prachtvollen Wasserfällen steigt man von Alpe zu Alpe hinab. Die letzte Terrasse wird von Caprotinenkalk gebildet und darunter treten Gaultsandsteine und weisse splittrige Seewerkalke charakteristisch auf. Weiter thalabwärts hat man noch vielfach Gelegenheit den Wechsel der Neocomschichten kennen zu lernen. Bei Hohenems bildet ein weisser, grobkörniger, schwarzadriger Marmor, der sich zu grösseren Sculpturarbeiten eignen würde, in nicht unbedeutender Mächtigkeit die höchsten Schichten des Spatangenkalkes. Der Weg über die Alpe Gsohl nach der Hohen Kugel führt zweimal über dieses Grenzgestein hinweg. Unmittelbar darunter folgt zwar eine mergelige Schicht, welche eine Unzahl von *Exogyra Couloni* Df. umschliesst, allein nur um im Liegenden noch sehr mächtigen Kalken Platz zu machen. Weiterhin gegen Klien umschliesst dieselbe mergelige Schicht eine Bank der *Ostrea macroptera*, in der sich eine grosse Menge anderer Thiere festgesetzt haben. In dem ganzen Gebiete finden sich die Versteinerungen in grösster Zahl in den weicheren zwischengelagerten Mergeln der oberen kalkigen Abtheilung. Einzelne derselben lassen sich in grosser Erstreckung verfolgen, so besonders ein Schichtensystem von geringer Mächtigkeit, welches am Bezeck zwischen Bezau und Andelsbuch ungemein versteinierungsreich auftritt und östlich bei Schönebach, so wie im westlichen Theile des Gebietes unter der Burg Hohenems mit den gleichen Eigenschaften wiederkehrt. Die beiden Austerbänke sind nur locale Facies derselben Schicht.

Die Mächtigkeit des Spatangenkalkes lässt sich nur am Nordabsturz des hohen Ifer schätzen, wo sie über den als Valanginien gedeuteten Schichten noch 900—1000 Fuss betragen mag; sie dürfte der in der Schweiz beobachteten wenig nachstehen, da Studer sie am Faulhorn zu 500 Meter angibt und das Valanginien nicht ausgeschieden hat.

Die Fauna des Spatangenkalkes in Vorarlberg ist überaus reich, aber fast ausschliesslich auf die eben angeführten, der oberen Abtheilung eingelagerten Schichten beschränkt, in denen Petrefacten oft massenhaft zusammengehäuft sind. Den in der Schweiz so häufigen *Spatangus retusus* Lam. fand ich nur am Ursprunge des Mellenthales in den tiefsten Schichten des Formationsgliedes. *Toxaster complanatus* Ag. kömmt höher hinauf vor. *Ostrea macroptera* d'Orb. ist überaus häufig und *Exogyra Couloni* erfüllt südlich von Hohenems ganze Bänke mit ihren dicken gekielten Schalen. Andere Auster kommen in Unzahl und in grosser Mannigfaltigkeit der Arten vor, so besonders am Bezeck und an der Austerbank bei Klien. An beiden Stellen sind Terebrateln in Menge zwischen den Schalen zerstreut, insbesondere die verbreiteten Arten *Terebratula praelonga* Sow., *Ter. depressa* d'Orb., *Ter. tamarindus*, *Ter. lata* d'Orb.; ferner finden sich Belemniten (*Bel. bipartitus* (?) d'Orb., *Bel. subfusiformis* Rasp., letzterer von Güm bel angeführt), auch unbestimmbare Spuren von Ammoniten, endlich sehr häufig Korallen und besonders Bryozoen, die aber weniger an den Gesteinscharakter gebunden sind.

#### 4. Schrattenkalk (oder Caprotinenkalk).

Das oberste Glied des im schweizerisch-provençalischen Kreidebecken auftretenden Neocomien hat man als Schrattenkalk (nach dem in Entlibuch

„Schratten“ genannten Karrenfeldern des Berges Schratten<sup>1)</sup>, Rudistenkalk (Studer), Hieroglyphenkalk, Caprotinenkalk u. s. w. bezeichnet und als Repräsentanten des Neocomien *B* von d'Orbigny oder *Étage Urgonien d'Orb.* festgestellt. Es zeichnet sich in Vorarlberg und am Grünten durch dieselben Eigenschaften aus, die in seinem ganzen Verbreitungsgebiete angeführt werden. Ein hellgrauer bis weisser, fester und spröder Kalkstein bildet mit wenig wechselndem Charakter das ausschliesslich vorkommende Gestein. Seine senkrecht abgebrochenen, der Verwitterung Trotz bietenden mauerartigen Schichten contrastiren durch ihre Schroffheit auffallend gegen das dunkle, nur an den Nordabhängen steil abtürzende Neocomien, so wie gegen die fruchtbareren Schichten des Gault, von denen er in der Regel bedeckt ist. Meist krönt er in tafelförmiger Ausbreitung die bewaldeten und mit Alpen bedeckten Abhänge der Mergelgesteine als ein weithin sichtbares, landschaftlich schöne Abwechslung bedingendes Band, oben aber breitet er sich zu den scharfkantig ausgewitterten, wild zerrissenen Karrenfeldern aus, „die als hellgraue fast weisse Felsflächen, wie Gletscher das Grün der Alpenweiden und Wälder unterbrechen“. Für den Geologen ist dieser Gesteinscharakter ungemein wohlthätig, da er einen leicht erkennbaren sicheren Horizont in dem sonst so vielgestaltigen Kreidegebiete gewährt; indem das Flötz jeder Schichtenbiegung folgt, gibt es schon aus der Ferne ein klares Bild des geognostischen Baues und ist allein geeignet in den vielen Ueberstürzungen das normale Verhalten herauserkennen zu lassen.

Die bereits bei einigen Neocomiengesteinen erwähnte oolithische Structur wird bei dem Caprotinenkalk fast zur Norm; die Körner sind heller als die Grundmasse und unregelmässig gestaltet. Auch hier kommen Glaukonitkörnerchen vor, jedoch sparsamer als im Neocomien. Die dichten splittigen Gesteine enthalten meist mit Ausnahme einiger Caprotinen keine deutlichen Versteinerungen, sondern nur in Kalkspath verwandelte unbestimmbare Schalen; je vollkommener aber die oolithische Structur, desto grösser wird der Reichthum an Versteinerungen. Oft sind dieselben, insbesondere die kleinen Korallen, Bryozoen und Foraminiferen, so zahlreich neben den oolithischen Körnern zusammengehäuft, dass Gumbel das Gestein dem sogenannten Granitmarmor aus der Nummulitenformation von Neubeuern vergleicht<sup>2)</sup>. Meist sind diese Schichten sehr hell; gegen die Grenze des Neocomien werden sie gewöhnlich dunkler, zuweilen auch, wie bei Hohenems, gleichzeitig durch mergelige Beimengungen weich, daher die zahlreichen Caprotinen sich hier mit grosser Leichtigkeit aus dem Gesteine herauslösen lassen.

Die Mächtigkeit schwankt zwischen 50 und 150 Fuss, in der Schweiz gibt sie Studer bis 100 Meter an.

Von der durch die Schweizer Geologen bekannt gewordenen Fauna des Schrattenkalkes brauche ich hier kaum etwas zu erwähnen, da sie dort schon mit grosser Genauigkeit studirt wurde. Die beiden charakteristischen Formen *Caprotina ammonia d'Orb.* und *Caprotina gryphaeoides d'Orb.* kommen allenthalben in grosser Menge vor, und auch die sonstige Fauna ist, besonders in den niederen Thierclassen, reich vertreten.

## 5. Gault.

Petrographisch scharf getrennt lagert dem Caprotinenkalk eine Reihe von Schichten auf, die sich durch das Vorherrschen von Sandsteinen und durch grüne

<sup>1)</sup> Studer, a. a. O. Seite 76.

<sup>2)</sup> Der Grünten, eine geognostische Skizze. München 1856. Seite 10.

Färbung auszeichnen. Sie wurden in der Schweiz längst als ein fast vollkommenes Aequivalent des Terrain Albien von d'Orbigny erwiesen und von Studer nach ihrem geognostischen, von Pietet nach ihrem paläontologischen Charakter beschrieben. Zuweilen sieht man die Schichten in braunroth verwitterten Mauern entblösst, weit häufiger aber bilden sie sanfte beraste Gehänge, die dort, wo Sandstein vorherrscht, die Vegetation verlieren und die Schichten zu Tage treten lassen. Die Mannigfaltigkeit des petrographischen Charakters ist bedeutend grösser als in dem gleichförmigen Caprotinen-Flötze. Folgende von Escher<sup>1)</sup> gegebene Uebersicht der Gesteinsabänderungen dürfte erschöpfend sein.

- α) Dunkelgrüne kalkige Schiefer, oft sehr verwitterbar, oft von bedeutender Festigkeit, nicht selten übergehend in
- β) knolligen Kalkstein, in welchem der grüne Schiefer die Zwischenräume zwischen den oft sehr langgezogenen, unregelmässigen Ausscheidungen des meist dunkelblaugrauen, hier und da grünlich gesprenkelten Kalksteins einnimmt und der Auflösung gewöhnlich stärker widersteht, daher in 1—3 Linien hohen welligen Grätchen an der ausgewitterten Oberfläche hervorrägt. Mit diesem Knollenkalk nahe verwandt ist
- γ) kieseliger, meist äusserst feinkörniger Kalkstein mit auf der verwitterten Oberfläche ausragenden unrein kieseligen Knauern und oft reich an grünen Körnchen, daher in vielen Fällen petrographisch nicht zu unterscheiden vom Kieselkalk des Neocomien.
- δ) Quarziger feinkörniger Sandstein, gewöhnlich in Folge der grossen Zahl beigemengter grüner Körnchen gelblich und grünlich gesprenkelt, im Allgemeinen massig.
- ε) Pentacriniten-Breccie, gewöhnlich dunkelblaugrau, mehr oder minder grob, oder feinspäthig-körnig, mit nicht selten deutlichen ausgewitterten Pentacrinitengliedern.

Der Gault ist in seiner ganzen Erstreckung durch die Verschiedenartigkeit der Schichtenfolge und der Mächtigkeit charakterisirt. Doch dürfte die erstere in der letzteren ihre Begründung finden, indem bald nur die obere, bald die ganze Folge entwickelt ist. In der Schweiz erreicht er mehr als 100 Fuss Mächtigkeit, am Grünten nach Gümbel nur an 30—40 Fuss; in Vorarlberg wechselt sie, nimmt aber im Allgemeinen nach dem Ostufer des Kreidebeckens hin ab. Dem entsprechend ist die petrographische Beschaffenheit. Denn wie am Grünten nur Sandsteine entwickelt sind, so ist es auch in dem zunächst gelegenen Thale Mittelberg und an der Subersalp (westlich vom Hoch-Ifer); hier aber nimmt die Mächtigkeit bedeutend zu und schon ein wenig weiter westlich, in Thale von Bizau, treten unter den sandigen Schichten die unter α, β und γ beschriebenen auf. Eisenkiesreiche, zähe, grüne Schiefer mit Hornstein- und Kalkknollen sind besonders am Wege von Bezau nach Schönebach als das unmittelbar Hangende des Caprotinkalkes aufgeschlossen, also entsprechend der Lagerung in der Schweiz. Bei dem Badeorte Reutte nehmen diese Schiefer Eisenerz auf und scheinen, nach losen umherliegenden Blöcken zu urtheilen, versteinungsreich zu sein. Es ergibt sich also im Allgemeinen eine untere schieferige und eine obere sandige Abtheilung. Die Eucrinitenschicht (ε) gehört der letzteren an und ist daher auch am Grünten entwickelt. Das in anderen Gegenden, auch noch am Säntis ungewein versteinungsreiche Schichtensystem zeigt in Vorarlberg nur eine sehr sparsame Fauna in wenigen undeutlichen Formen. Escher erwähnt *Ammonites*

1) Vorarlberg. Seite 13.

*Millettianus* und *Discoidea rotula* Ag. vom Margarethen-Kapf<sup>1)</sup> bei Feldkirch, dem Hauptfundorte für Vorarlberg. Es gelang mir nicht, mehr bestimmbare Formen zu entdecken. Vom Grünten erwähnt G ü m b e l acht Arten.

## 6. Seewerschichten.

Dieses Schichtensystem, das von dem Vorkommen zu Seewer bei Schwyz, wo es durch grosse Steinbrüche entblösst ist, den Namen führt, erfüllt in Vorarlberg wie in der Schweiz die Lücke zwischen Gault und Nummulitenbildung. Seine genauere Parallelisirung bleibt aber nach den bisherigen geringen Anhaltspunkten unsicher. Escher sucht zu zeigen (Vorarlberg p. 14), dass es vielleicht den ganzen Complex von Cenoman, Turon und Senon repräsentirt, auf Grund mehrerer Versteinerungen aus diesen drei Etagen, welche im Seewer der Schweiz gefunden wurden. Es sind dies: *Salenia petalifera* Ag. und *Holaster suborbicularis* Ag. aus dem Cenoman, *Holaster subglobosus* Ag. aus dem Turon, endlich *Ananchytes ovatus* Lam., *Micraster cor anguinum* Ag. (?), *Inoceramus Cuvieri d'Orb.*, *Ammonites Gollevillensis d'Orb.* (?) aus dem Senon. Die erste und dritte Species des letzteren Etage wurden auch in Vorarlberg gefunden. Wenn wir darum schon aus paläontologischen Gründen nicht mit Herrn G ü m b e l ein besonderes *Étage Seewerien* unterscheiden können, das seine Stellung zwischen Albien und Cenomanien haben soll und nach dem Vorkommen eines als *Exogyra Columba* bestimmten Petrefactes ausgeschieden wurde, so scheinen auch die Lagerungsverhältnisse in Vorarlberg mehr für Herrn Escher's Annahme zu sprechen, da zwischen Gault und Nummulitenschichten eine ununterbrochene parallele Ablagerung stattfindet. Nirgends ist dies klarer als in dem später näher zu beschreibenden Profil von Hohenems nach der Hohen Kugel. Ueberhaupt ist für das Studium der Seewer-Schichten kein Theil von Vorarlberg geeigneter als die Umgegend von Hohenems, wo man allenthalben die ganze Schichtenreihe vom Neocom bis zum Nummulitenkalk in den klarsten Profilen durchwandern kann. Die auch in der Schweiz nur 200 Fuss betragende Mächtigkeit steigt an der Hohen Kugel, deren ganzer oberer Theil mit Ausnahme der höchsten Spitze aus Seewerbildungen besteht, zu wenigstens 5—600 Fuss; es steht aber nicht fest, ob die Mächtigkeit durch eine Faltung zu diesem Betrage gesteigert wird.

Der untere Theil der Formation, der den Gault unmittelbar überlagert, ist ein heller, sehr spröder und splittriger kieseliger Kalk mit vielen schlecht erhaltenen Belemniten. Er ist mit keinen anderen Gesteinen der Kreideformation zu verwechseln. Die einzelnen Schichten sind sehr mächtig und bilden häufig zackig ausgewitterte Riffe und Karrenfelder, ähnlich dem Caprotinenkalk. Höher hinauf verliert sich der Kieselgehalt und ein klein wenig Thonerde tritt an seine Stelle. Der Gesteinscharakter wird nun ein wesentlich verschiedener. Die mächtige Schichtung löst sich in ein unvollkommen schiefriges Gefüge auf. Der Kalk zerfällt in dünne unebene Tafeln und ist in seiner ganzen Masse von dunkleren, vielfach verästelten Flecken durchzogen, welche die Gestalt von Algen haben und wohl von solchen herrühren; niemals jedoch kommen die für die Fleckenmergel des Lias charakteristischen Formen vor, es sind mehr langgezogene, gerade Stengel von geringer Breite. Ausserdem kommen in den unbestimmt dünnschichtig abgesonderten Kalken viele Inoceramen vor, die als *Inoceramus Cripsii* bestimmt wurden. Sie sind charakteristisch für die Schicht; ihre Durchschnitte lassen sich

<sup>1)</sup> Der Ardetzerberg wird in einer tiefen senkrechten Kluft von der III durchbrochen und in die beiden „Köpfe“ gespalten, dies ist der südliche.

überall leicht erkennen, wenn es gleich fast unmöglich ist, eine Schale blosszulegen. Gümbel fand unweit Dornbirn *Ananchytes ovatus*. Auch unbestimmte Belemniten kommen hin und wieder vor.

Ohne scharfe Abgrenzung folgen auf diese Schicht dünnstieferige weiche Mergel, welche mit steilem Einfallen längs des ganzen Weges von Hohenems nach Reuttele entblösst sind. Meist dienen sie wegen ihrer weichen Beschaffenheit zu Thalauswaschungen (bei Hohenems und im Imsgrund östlich von Bezau), und da sie überdies häufig bewachsen sind, so lassen sie sich, was Vorarlberg betrifft, sehr selten beobachten. So treten sie am Südabhange des Hohen Freschen mit Bestimmtheit nicht auf; hier liegt eine Nummulitenschicht unmittelbar auf den erwähnten Inoceramen führenden Gesteinen. Auch Escher und Gümbel erwähnen ihrer nicht, daher sie trotz ihrer nicht unbedeutenden Mächtigkeit vielleicht nur als eine der Gegend von Hohenems angehörende Modification anzusehen sind, vielleicht auch schon der hier eng damit verbundenen Nummulitenformation angehören.

Die am Säntis und am Grünten vorkommende, mit rothen Hornsteinlagern verbundene rothe und rothbraune Färbung einzelner Schichtencomplexe beobachtete ich in Vorarlberg nicht.

Die Fauna beschränkt sich auf das Wenige, das wir bereits erwähnten.

## B. Verbreitung und Lagerung.

Studer sagt <sup>1)</sup> von der schweizerischen Kreideformation: „Es scheint die Zeit, während welcher diese Bildungen sich ablagerten, in unseren Alpen eine sehr bewegte gewesen zu sein. Die Formationsfolge hat sich nur selten vollständig ausgebildet; bald fehlt dieses Glied, bald jenes, und die Lücke deutet auf ein Trockenliegen der Unterlage während dieser Epoche der Ablagerung, auf eine Hebung vor derselben; bald ist eine Formation zu ungewöhnlicher Mächtigkeit angewachsen, als ob in einem anhaltend sich tiefer senkenden Meeresgrunde die Ablagerungen vorzugsweise sich angehäuft hätten“.

Diese Worte gelten für die Verhältnisse diesseits des Rheins nicht mehr; durch ganz Vorarlberg bis zum Grünten ist die Ablagerung im Allgemeinen eine sehr gleichmässige und ruhige gewesen. Ueberall finden wir eine sich gleichbleibende Ausbildung und wo immer ein sicheres Profil aufgeschlossen ist, da zeigt es den ebenmässigen Bau durch das ganze Gebiet. Der Uebergang von jenen gestörten Kreidebildungen der West-Schweiz in die ruhig abgelagerten des östlichen Rheingebietes ist allmählig und wurde ebenfalls schon von Studer angedeutet, indem er im Gegensatze zu jenen Worten hinzufügt: „in der mittleren und östlichen Schweiz sind, wie in einem Theile von Savoyen, alle Stufen der Bildung entwickelt“. Ein Blick auf die von demselben Geologen entworfene Karte der Schweiz zeigt dies mit grosser Klarheit.

Allein so ruhig während der langen Periode die Ablagerung erfolgte, so bedeutend waren die späteren Störungen des Gebirgsbaues. Das mächtige Kreidesystem wurde in seinem ganzen Schichtencomplex wellig gebogen, überstürzt und zu einem in grossen zusammenhängenden Massen aus dem eocenen Meere herausragenden Gebirgsland umgewandelt, um gegen Ende der eocenen Periode noch einmal an den gewaltigen Revolutionen Theil zu nehmen, welche, die mächtigsten in der Geschichte der Nordalpen, den Flysch, zu 6000 Fuss

<sup>1)</sup> Geologie der Schweiz. II, Seite 65.

hohen Bergzügen emporgehoben und es vermochte, in weiter Erstreckung (von Mittelberg bis Vaduz) den Complex der Triasschichten auf den Flysch hinaufzuschieben. So kommt es, dass das Kreidegebirge ein völlig selbstständiges Gebiet einnimmt, das von mehreren Seiten vom Flysch umschlossen wird. Innerhalb des Gebietes aber findet im Gebirgsbau eine Regelmässigkeit statt, wie sie selten in den Alpen anzutreffen ist. Langgestreckte Rücken ziehen von West nach Ost (Stunde 5) und wo sie im Westen von Thälern durchbrochen werden, da erkennt man in der Biegung der Schichten an den Wänden der Durchbruchspalten die deutliche Fortsetzung bis in's Rheinthal, während sich im Osten die Züge unter dem bedeckenden Flysch verlieren. Jeder Rücken entspricht einer Wölbung der Schichten. Diese steigen von Süden her allmähig an, biegen an einer langgezogenen, dem Streichen folgenden Höhenlinie plötzlich um und fallen steil, oft senkrecht, selbst überstürzt, gegen Norden ab. Oft wird die Höhenlinie durch eine scharfe Kante gebildet, an der die Abhänge unter einem rechten Winkel zusammenstossen. So entsteht ein System von parallelen Sturzwellen, zwischen denen eben so viele Thäler von ähnlicher, aber umgekehrter Form das vielverzweigte, eigenthümliche Thalsystem der Bregenzer Ache bilden.

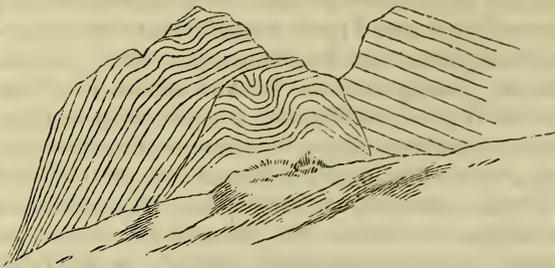
Der Knotenpunkt des Kreidegebiets ist die Canisfluh; ihr grossartiges Juragewölbe gibt den Schlüssel zum Verständnisse aller Hebungsverhältnisse. Aus den umgebenden Kreidebildungen heraus zu mehr als 6000 Fuss Höhe emporgehoben und nur von einem einzigen Neocomgipfel der nächsten Umgebung (Mittagspitz) überragt, scheint sie zugleich den wahren Hebungsmittelpunkt zu bilden. Wir müssen daher ihren Bau betrachten, ehe wir uns zu dem der Kreideberge wenden.

Kommt man von Norden, so erscheint die Canisfluh als eine wahre Fluh, man sieht eine kolossale, fast senkrechte Felswand von 4000 Fuss Höhe aus dem Thalgrunde aufsteigen; ihr oberer Theil ist eine aus horizontal scheinenden Schichten aufgebaute Mauer, die sich in einzelne Gipfel auflöst. Ganz anders von Süden. Wer von Hopfreen nach Schopperrau abwärts wandert und aus der engen Schlucht tritt, in welcher die Bregenzer Ache den südlichen Flyschzug durchbricht, der wird überrascht von der grossartigen Massenfaltung in der der König der Berge des Bregenzer Waldes mit seiner östlichen Fortsetzung, der Hirschbergfluh erscheint. Beide erweisen sich von hier aus als eine Gebirgsmasse, die durch eine tiefe und schroffe Querspalte in die zwei Fluhe getrennt ist. Mit sanfter Wölbung ziehen die Schichten herab, welche die besten Alpweiden des Bregenzer Waldes tragen, und contrastiren malerisch gegen die schroffen Wände der Spalte. Steht man endlich in dieser, so hat man das Profil, welches jene verschiedenen Ansichten veranlasst, in prachtvoller Entblössung vor Augen. Man sieht klar wie von der Höhe die Schichten gegen Norden steil abstürzen, im obersten Theil aber abgebrochen sind, daher jener mauerartige Aufbau <sup>1)</sup>. Ungleich deutlicher noch sieht man das steile nördliche Umbiegen der Schichten ein wenig weiter westlich bei der Hochstetter Alp über Mellau, wo man unmittelbar vor einer Felswand mit ausgezeichneter Entblössung der Schichten steht (Fig. 34).

Weniger klar sind die Verhältnisse nach Ost und West aufgeschlossen. Nach beiden Seiten setzt der Rücken des Gewölbes fort, nimmt allmähig an Höhe ab und verschwindet westlich am Hohen Koyen, östlich an der Hirschbergfluh unter den mächtig sich aufthürmenden Schichten des Spatangenkalkes. Der Kern des Gewölbes besteht aus dem schon beschriebenen Jurakalk, der bei Au

<sup>1)</sup> Siehe Profil XXIII.

Fig. 34.



N.

S.

Wand am Westabhang der Canisfluh von der Hochstetter-Alp gesehen.

allein herrscht, da hier die Neocomienschiechten im Thalgrunde verborgen sind. Erst wenn man beim Aufstieg allmählig die höheren Schalen erreicht, kommt man zu den Kalken mit *Aptychus Didayi*, die sich zur Gipfelmasse aufschichten. Der Gipfel ist der reichste, interessanteste und landschaftlich schönste Aussichtspunkt des Bregenzer Waldes. Die trigonometrische Pyramide steht unmittel-

bar an dem 4000 Fuss senkrecht abstürzenden Abhang. In der Tiefe fließt die Bregenzer Ache dem Rücken parallel, um bei Mellau den nördlich vorliegenden Rücken rechtwinklig zu durchbrechen. Jenseits des tiefen Thales breitet sich das Kreidegebiet aus, das sich von allen Seiten um den Aussichtspunkt herumzieht.

Steigt man von der Höhe herab, so kommt man fast allseitig auf die schwarzen Schichten des Spatangenkalkes, welche sich mantelförmig um das Juragewölbe lagern, oder vielmehr der Hebung der Centralmasse folgen mussten und daher stets den Abhängen parallel liegen. Die Aufschlüsse sind dadurch hier so klar, dass wir zur weiteren Uebersicht des Kreidegebietes am zweckmässigsten von dem Knotenpunkt der Canisfluh ausgehen. Ein nordsüdlicher Durchschnitt über die Höhe hinweg zeigt am klarsten in seinen allgemeinen Grundzügen den Gebirgsbau der vorarlbergischen Kreide. Dann erst werden wir die von dem Profil durchschnittenen Rücken in ihrer ostwestlichen (Stunde 5) Streichungsrichtung nach dem Algäu und in das Rheinthal verfolgen.

#### 1. Nordsüdliches Profil von Andelsbuch über Bezau und die Canisfluh nach Tamüls. (Profil XXIII.)

Der Sattel zwischen Canisfluh und Hoch-Glockner und sein Schichtenbau wurden bereits oben bei der Frage nach dem Vorkommen des Etage Valanginien beschrieben. Wendet man sich vom Sattel südlich, so kommt man zunächst an die Steilwände des Hohen Glockners, in deren unterem Theile wir das Valanginien nachzuweisen suchten, während sich darüber die Spatangenkalk aufbauen. Bald hört die Regelmässigkeit des Schichtenbaues auf und wenn man den Weg nach der Korbalp einschlägt, so entblößt jede Felswand einige wellige Biegungen und Zusammenfaltungen. Ueber dem Neocomien folgen Gault und Seewer, welche an diesen auffallenden Störungen theilnehmen, sodass der Weg längs dem Südabhange des Hoch-Glockners über die Korbalp, Sachalp, Hinteralp nach der Ugnier Alp am Fusse der Mittag-Spitz über einen ununterbrochenen Wechsel der drei Kreideglieder führt. Endlich erscheint bei den Häusern von Ugen noch einmal Gault, darauf Seewer und hierauf unmittelbar der eocene Intricaten-Flysch, auf welchem Tamüls liegt. Seine Schichten nehmen nicht an den Störungen der Kreide Theil, niemals ist eine einzige von ihnen in einer Falte des Seewer anzutreffen; eine scharfe, wiewohl schwer zu verfolgende Grenzlinie trennt beide

Formationen und dennoch ist der Flysch in seinem ganzen Complex noch ungleich mehr zusammengewunden und gefaltet als die Kreide.

Die Erklärung für den inneren Bau des Hochglockner-Gebirges, welcher in gleicher Weise in westlicher Richtung gegen den Hohen Blanken und Hohen Freschen fortsetzt, ist in der Erhebung der Canisfluh zu suchen. Mehr als eine Quadratmeile nehmen hier die Jura- und Rossfelder Schichten ein. Von diesem ganzen Raume hat das aus der Tiefe sich hebende Gewölbe die Kreideschichten zur Seite geschoben, so dass diese nun einen in sich selbst zusammengewundenen Complex bilden mussten. Dies fand besonders an der Südseite statt, da hier der in der Höhe flache Rücken des Berges tiefer hinab gewölbter und steiler ist, daher die hangenden Schichten sehr steil aufgerichtet wurden und ihrer zähen Beschaffenheit wegen in sich selbst zusammensinken mussten. Dass dergleichen Prozesse, wo immer sie vorkommen, unendliche Perioden in Anspruch genommen haben und niemals plötzlich von Statten gingen, ist wohl entschieden anzunehmen. Man hat die Stetigkeit, mit welcher grosse Schichtensysteme allen Biegungen folgen ohne einen einzigen Aufriss zu erleiden, dadurch zu erklären gesucht, dass man meinte, die Schichten seien bei der Hebungskatastrophe noch in weichem Zustande gewesen. Allein abgesehen davon, dass nach der Ablagerung des Seewer die Spatangenkalk-Schichten kaum mehr in sehr weichem Zustande gewesen sein dürften, hätte auch durch die bedeutende Kraft, durch welche jene Erscheinungen hervorgerufen wurden, die ganze Masse der Schichten zu einem einzigen Brei zusammengedrückt werden müssen, um so mehr, wenn sie in fast senkrechte Lage kamen. Waren aber die Schichten bereits erhärtet, so hätte ein plötzliches Zusammenfallen sie zerreißen und zerbrechen müssen, es würden nur aufgehäuften Trümmer zu sehen sein.

Noch eine Eigenthümlichkeit zeigt das Kreidegebirge südlich der Canisfluh. Es fehlt nämlich hier der Caprotinenkalk in grosser Erstreckung. Im Fortstreichen tritt er erst westlich am Hoch-Freschen und östlich am Hoch-Ifer wieder charakteristisch auf. Dies ist eine der wenigen Anomalien im Schichtenbaue des Kreidegebirges.

Wenden wir uns von der Canisfluh nach Norden, so überschreiten wir zunächst das mit Geröll ausgefüllte Thal der Bregenzer Ache bei Hirschau. Nachdem sie von Süden kommend das Juragewölbe zwischen Au und Schnepfau durchbrochen hat, wendet sie sich nach West und fliesst am Fusse des Steilabfalles der Canisfluh hin, bis sich ihr das Kreidegebirge der Mörzelspitz entgegenstellt und sie zu abermaligem nördlichem Laufe zwingt. Das Thal ist breit und verbirgt unter seinen Geröllmassen, wie aus dem Profile hervorgeht, wahrscheinlich die Schichtenköpfe des Valanginien und der unteren mergeligen Spatangen-Schichten. Die ersten Gesteine der jenseitigen Thalwand gehören den oberen kalkigen Neocomschichten an, denen das Caprotinenkalkflötz mit seiner Gaultbedeckung aufgelagert ist; das ganze System biegt sattelförmig nach Norden um und bedingt hierdurch die schönen Lagerungsverhältnisse des Gopfberges. Diese sattelförmige Lagerung ist die einzige Modification, welche das Kreidegebirge nördlich der Canisfluh durch deren Emporhebung erlitten hat. Von nun an durchschneidet unser Profil nur noch eine Reihe paralleler Kreiderücken, welche den normalen Bau des ganzen Gebiets haben, den Bau der Canisfluh mit sanften Süd- und steilen Nordabhängen. Es wiederholen sich in diesem Gebirge dieselben Verhältnisse, welche sich im Trias-Lias-Gebiet ergeben, dieselben nach Norden überstürzten Hebungswellen, dieselben steilen Schichtenabbrüche an den nach dieser Himmelsrichtung gekehrten Abhängen, dasselbe Verschwinden des überkippten Theils der Wellen und damit dieselbe regelmässige wiederkehrende

Auflagerung älterer Schichtensysteme auf jüngere. Alle diese Eigenheiten des Gebirgsbaues der nördlichen Kalkalpen sind im Kreidegebiete regelmässiger entwickelt als in dem der Trias-Lias-Gebilde, weungleich die Anomalien nicht in so hohem Grade ausgebildet sind wie dort. Eigentlich wellige oder muldenförmige Biegungen gehören zwar auch hier zu den Ausnahmen, aber man sieht noch oft den nördlichen Theil der Hebungswellen schroff abgebrochen und steil aufgerichtet in das nördlich anschliessende Thal hinabfallen. Je weiter gegen Norden, desto stumpfer wird der Neigungswinkel und endlich folgen die deutlichsten Ueberstürzungen, welche wir im Verlaufe noch mehrfach nachweisen werden.

Ehe wir in eine detaillirtere Beschreibung der Gegenden eingehen, welche die nördliche Fortsetzung des Canisfluh-Profiles durchschneidet, wenden wir uns zur Betrachtung des Gebirgsbaues in einem westlicheren Theile des Kreidegebietes.

## 2. Umgegend von Hohenems.

Nirgends sind die Lagerungsverhältnisse des Kreidegebietes mit grösserer Klarheit aufgeschlossen, als in diesem nordwestlichen Theile, der sich durch die Vollständigkeit der Entwicklung der Schichten eben so auszeichnet wie durch die ungemaine Einfachheit, in der die grossartigsten Störungen mit deutlichen Zügen gezeichnet und in zahlreichen Profilen auf kleinem Raume entblösst sind. Wir beginnen mit dem

Profil von Hohenems nach der Hohen Kugel, welches durch die überaus klare Weise, in welcher es eine vollkommen überstürzte Hebungswelle entblösst, den Schlüssel zum Gebirgsbaue der ganzen Gegend gibt. Es sind in der Zeichnung (Prof. XX und Fig. 36) leicht die Durchschnitte zweier Hauptwellen ersichtlich, welche nach Osten ein wenig divergiren, indem die eine nach Stunde 4, die andere nach Stunde 5 streicht; die erstere zieht von Hohenems über Klien nach dem Röhelspitz und von hier in östlicher Richtung (Stunde 6) weiter nach dem Bezeck und Winterstauden. In ihrem ganzen Verlaufe ist sie nach Norden überstürzt und lagert unmittelbar dem Flysch auf; sie ist daher besonders wichtig für das Verhalten von Kreide und Flysch. Auf den Profilen habe ich sie als IV bezeichnet. Die zweite Welle unseres Profils (mit III bezeichnet) beginnt, gleichfalls überstürzt, an dem isolirten Kumer Berg im Rheinthale und streicht nach Stunde 5 über den Götzner Berg, die Alpe Gsohl und den Schönen Mann bei Ebnit nach der Weissenfluh und den Bergen westlich von Bezau, von wo sie weiter gegen Osten der vorigen parallel verläuft. Zwischen beide schieben sich einige kleinere, aber nicht so stark überkippte Aufbrüche als Kuhberg, Staufenspitz u. s. w. ein, durch die sich die grosse Mulde, welche eng bei Hohenems als Tugsteinthal beginnt und weiterhin auf hügeliger Oberfläche die Häuser von Emser Reutte und Tugstein trägt, allmähig in ein System von Mulden und Höhen verwandelt, das aber immer den beiden Hauptwellen, zwischen die es eingeschlossen ist, untergeordnet bleibt.

Der Weg von Hohenems nach der Hohen Kugel führt nach Ueberschreitung der später zu beschreibenden

- i. Numulitenschicht, im Anfange über ein vollständig überstürztes System der Kreideschichten; es erscheinen zunächst
- h. graue zerfallende Mergel, und
- g. dünnschieferige, fleckige Kalke und Mergelkalke der Seewerbildung; auf ihnen liegt die Häusergruppe von St. Anton. Sie fallen, wie alle Schichten,

nach Stunde 11 mit 75°, oder vielmehr wegen der Ueberstürzung mit 90° + 15°. Es folgen

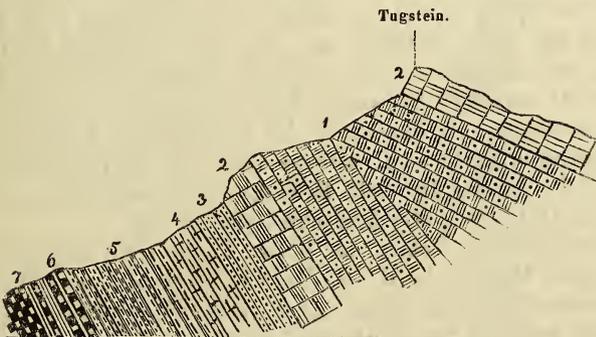
- f. die weisslichen und gelblichen, sehr splitterigen Kieselkalke des Seewer,
- e. der Gault scheint überwachsen zu sein.

Diese oberen Kreideschichten verschwinden im Westen schon bei dem Bad Schwefel, dessen Schwefelwasserstoff führende Heilquellen in den dem Gault zunächst liegenden Seewerkalkschichten entspringen, nachdem sie ihren Schwefelwasserstoffgehalt wahrscheinlich aus jenem aufgenommen haben. Um so mehr dehnen sie sich nach Osten aus, wo sie längs dem Nordfuss des Tugsteines und des Schönen Mann zu grösserer Meereshöhe ansteigen, und sich, die beiden Dornbirner Achen übersetzend, in mannigfaltigem Schichtenverband bis zur Weissenfluh hinziehen.

- d. Der Caprotinenkalk bildet weithin eine ununterbrochene steile Mauer am Gehänge, die sich ebenfalls westlich von Schwefel in die Rheinebene hinabsenkt, nachdem sie noch einmal, reich an charakteristischen Caprotinen aufgetreten ist. Nur an wenigen Stellen gestattet die Steilheit der Mauer einen Anstieg zu den höheren Schichten;
- c. das Neocom beginnt mit dem schon erwähnten weissen schwarzgeaderten Marmor; es folgt eine
- b. Bank von *Exogyra Couloni*, in schwarzen mergeligen Schichten;
- a. Wechsel verschiedener, meist kalkiger Neocomschichten. Auf ihnen liegt die Alpe Gsohl genau an der Stelle, wo die Schichten umbiegen und dadurch eine kleine Unterbrechung in dem steilen Gehänge veranlassen. Bald aber folgt wieder
- b. die Exogyrenbank und im tiefen Tobl weiter
- c. der weisse Marmor, endlich
- d. die steile Stufe des Caprotinenkalks, über die der Bach neben dem Weg in ' Cascaden herabstürzt. Hiermit erreicht man eine neue Terrasse.

So klar dies Profil bis hierher schon an und für sich ist, so gewinnt es daran noch durch eine Queransicht des Tugsteins, die 1/2 Stunde östlich von Gsohl in prachtvoller Entblössung erscheint.

Fig. 35.



Ansicht vom Westabhang des Tugsteins.

- 1 Spatangenkalk. 2 Schrattenkalk. 3 Gault. 4 Seewerkalk. 5 Seewermergel. 6 Nummulitenmergel. 7 Nummulitenkalk.

Die steileren Formen, welche den Neocomschichten im Gegensatz zu der Sanftheit der darunter und darüber folgenden oberen Kreide eigen sind,

insbesondere der scharfe obere Abschnitt der Terrasse lässt auch dieses wichtigste Glied, welches den Rücken der langgezogenen überstürzten Welle bildet, leicht verfolgen. Westlich sinkt es ebenfalls am Götznher Berg bei Götzis mit schroffem Abbruche in die Rheinebene, erhebt sich aber daraus noch einmal in der isolirten Insel des Kumer Berges. Gegen Osten wird die Welle vielfach von Thälern durchbrochen und lässt sich schwer verfolgen. Nachdem sie hier den Schönen Mann und den Bocksberg gebildet hat, scheint sie noch eine Strecke fortzusetzen, um, so viel ich bei Nebelwetter beurtheilen konnte, in der Gegend der Alpe Sehren sich unter dem Gault und Seewer zu verlieren, welche bei dem Ausgangsprofile darunter und darüber aufraten, dort im Osten aber Alles zu überwölben und zu bedecken scheinen. Doch die Welle setzt unter dieser Wölbung fort und wir werden jenseits der Bregenzer Ache ihre Fortsetzung in dem Kreiderrücken (II) zwischen Bizauer Bach und Gruben-Tobl betrachten.

Uebrigens ist zu bemerken, dass das Verhältniss der Ueberstürzung, wie es auf Profil XX und Fig. 36 so deutlich ist, weiter östlich sich in eine einfache Welle mit steilem Nordabhange verwandelt, und zwar von da an, wo sich parallele Secundärwellen zwischen IV und III einschieben (s. Prof. XXI).

- e. Gault bildet die sanfte Fläche der lang sich hinziehenden Stufe, die zahlreiche Alpen trägt. Das Gestein, meist Sandstein, kommt wenig zu Tage.
- f, g, h. Seewerbildung. Die ungeheure Mächtigkeit, in welcher hier dieses Glied auftritt, wurde bereits erwähnt. Zwei steile Abstürze über einander, durch eine waldige Terrasse getrennt, bringen das wohl 5—600 Fuss mächtige System der flach südlich fallenden, keinen Ansehn von Störung tragenden Schichten deutlich zu Tage. Zum grössten Theile sind es die dünn-schieferigen fleckigen Kalke mit einigen Belemniten und Inoceramen, welche die ganze obere Masse des Berges in einer Breite von mehr als einer Viertelmeile und bedeutender Längenerstreckung bilden. Allein dieses abnorme Auftreten der sonst meist untergeordneten Seewerbildung dürfte seine Erklärung finden durch
- e. einen grünlichen, braun verwitternden, etwas glimmerhaltigen Sandstein, der zwar mancher Flyschschicht täuschend ähnlich ist, aber sicher zum Gault zu rechnen ist, wie sich auch aus den weiteren Verhältnissen ergibt. Er bildet die Spitze der Hohen Kugel und den Rücken nach Süden fast bis zur Kugler Alp. Noch wichtiger aber, und wohl die gänzliche Ueberstürzung der Kreideschichten beweisend, ist die Wiederkehr desselben Sandsteins auf dem Hörndl zwischen Seewer und Neocomien, und er ergibt sich um so sicherer als Gault, als durchweg die benachbarten Seewerschichten jene hellen splittrigen Kalke sind, welche stets den untersten Theil bilden. Sie führen bei der Kugler Alp viele Belemniten. Somit erreichen wir hier eine dritte Welle (II), die später betrachtet werden soll.

Das Gault-Seewer-Gebiet der Hohen Kugel zieht sich mit abnehmender Breite gegen Westen hinab in das Rheinthäl und erreicht dasselbe bei Klaus, nachdem es vielen Alpen und den Häusern von Meschach und Fraxern Raum gegeben hat. Die Grenze gegen das südliche Neocomien streicht hinab nach den Hügeln zwischen Klaus und Weiler. — Oestlich von der Kugel zieht unsere Gault-Seewer-Zone in ansehnlicher Breite noch weit hin. Sie trägt das einsame Dörfchen Ebrit und bildet eine breite, mit üppigen Alpen (Hasengera, Gunzmoos u. s. w.) bedeckte, von tiefen Tobln durchrissene Fläche längs dem Nordabhange der Mörzelspitz und des Guntenhangberges, um sich endlich mit dem nördlichen Zuge zu ver-

binden und sich zu der weiten sumpfigen und torfigen Fläche der Alpen: Untersehren, Rohr und Schnellenvorsüss auszubreiten. Die älteren Kreideschichten verschwinden unter derselben, treten aber östlich wieder hervor. Die weitere Entwicklung dieses Zuges (II und III) werden wir später betrachten.

Nördlichster Kreidezug (Nr. IV der Profile); Lagerungsverhältniss gegen den Flysch. — Der beschriebene charakteristisch ausgebildete, in allen Theilen klare Kreidezug, ist im Norden durch das Tugsteinthal von einem anderen Kreidengewölbe getrennt, welches von der Burg Hohenems nach dem Klausberg und dem Winterstauden zieht, und in seinem ganzen Verlauf analog dem westlichen Theile des vorhergehenden Zuges gebaut ist; es ist insofern von besonderer Wichtigkeit, als es das Verhältniss der Kreide zu dem nördlichen Flyschzuge darstellt. Es war schon Murchison bekannt und wird genauer von Escher und Gumbel erörtert, dass der Abhang zwischen Dornbirn und Hohenems die umgekehrte Kreidefolge zu Tage bringt. Auf Flysch liegt Nummulitenkalk, darauf Seewer, Gault, in dessen sandigen feinkörnigen Schichten Schleifsteinbrüche (bei Klien) angelegt sind, ferner Caprotinenkalk mit vielen Caprotinen und Neocomien, welches mit dickbankigen Kalken beginnt, denen die oben erwähnte mergelige Bank von *Ostrea macroptera* mit unzähligen Versteinerungen eingelagert ist. Indem in der bezeichneten Richtung eine Schicht nach der anderen sich allmähig in die Thalsole hinabsenkt, wird hier eines der schönsten Kreidprofile entblösst. Bei Unter-Klien kommt das Caprotinenflötz herab; von da an steht bis Hohenems nur noch Neocomien an, das die weitläufigen

1 Spätgaultkalk. 2 Schratenkalk. 3 Gault. 4 Seewerkalk und Seewermergel. 5 Nummulitenmergel. 6 Nummulitenkalk. 7 Flysch.

Schichtenbau am rechten Ufer des Rhein-Thales von Dornbirn bis Götzis.

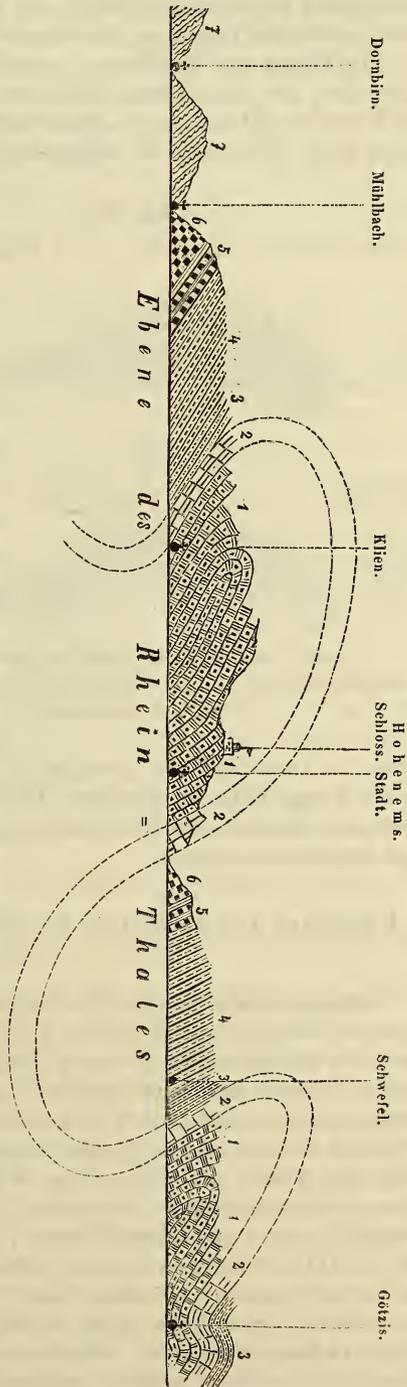


Fig. 36.

Ruinen der Burg, der einstigen Ritter von Hohenems trägt. Der Abhang gestaltet sich dadurch wie Fig. 36 zeigt.

Der Grund dieser Lagerung und ihr Zusammenhang mit dem schon beschriebenen Kreiderücken dürfte aus den Parallelprofilen XX, XXI klar werden, eben so wie die Lagerung der eingeschobenen kleinen Erhebungen.

Verfolgen wir die Grenze zwischen Kreide und Flysch weiter nach Osten, so erhalten wir den nächsten deutlichen Aufschluss in der Enge zwischen Bezeck und Vorder-Klausberg, durch welche die Strasse von Schwarzenberg nach Bezau führt. Hier sind die folgenden zwei Parallelprofile entblösst:

Fig. 37.

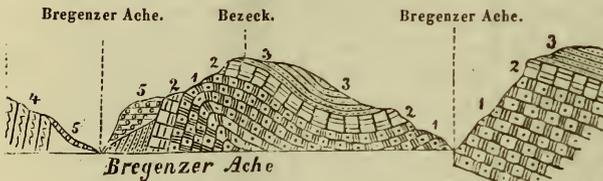
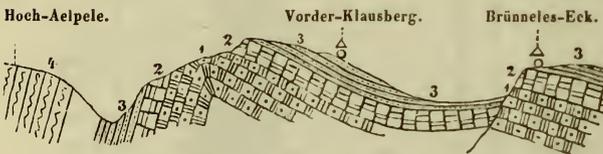


Fig. 38.



Profile an der Flyschgrenze südlich von Schwarzenberg.

- 1 Spatangenkalk. 2 Schrattekalk. 3 Gault, Seewerkalk und Seewermergel.  
4 Flysch. 5 Schotterbänke.

In den beiden Profilen sind die oberen Kreideschichten verhüllt; doch lässt sich auf dem Wege von der Alp Vorder-Klausberg durch einen tiefen Tobl nach der Sägmühle hinab Einiges vervollständigen. Der Caprotinenkalk tritt hier als ein wahres Conglomerat kleiner Korallen und Foraminiferen auf. Zwischen ihm und dem Flysch sind stellenweise die fleckigen Seewermergel sichtbar. — Uebrigens ist es auffallend, dass auch bei diesem Gewölbe die Ueberstürzung des Schichten-

systems im Osten aufhört, wengleich dieses selbst nicht so sehr verschwindet, wie das vorige (III). In ähnlicher Weise scheint die weitere Fortsetzung gegen Osten stattzufinden, die wir später im Zusammenhange mit jener der südlichen Züge betrachten werden.

### 3. Umgegend von Feldkirch, Rankweil und Hoch-Freschen. (Hebungswelle I und II.)

Nirgends macht sich der Einfluss der Centralhebung der Canisfluh auf den Gebirgsbau des angrenzenden Gebiets auffallender geltend als in diesem südwestlichen Theile des Kreidelandes. In wenig ausgedehnten Plateau's, deren Schichten nach Westen, Norden und Osten senkrecht abgebrochen sind und nur nach Süden sich allmählig senken, erheben sich die Kreideschichten erst inselförmig (im Schellenberg und Ardetzenberg), dann in ausgedehnteren Flächen aus der Rheinebene. Kluffartige Thäler mit senkrechten Wänden, ausgefüllt mit fruchtbarem Boden, zerreißen die Hochfläche in einzelne Schollen. Feldkirch liegt an der Vereinigungsstelle von zwei solchen Klüften, die sich rechtwinkelig (NW. — SO. und SW — NO) durchsetzen und ein weites, allmählig nach Süd sich senkendes Plateau in vier Schollen zertheilen, daher von allen Seiten Engpässe den Zugang zu der malerisch gelegenen Stadt vermitteln. Die vielen senkrechten Abstürze, welche dadurch entstehen, entblößen die obersten Schichten des Spatangenkalkes und das Caprotinenflötz, welches stets den obersten Rand des Steilabfalles

bildet. Die bedeckenden Gaultgesteine schaffen das Wein- und Getreideland auf dem Rücken der kleinen Plateau's. Am Margarethenkopf tritt diese Schicht versteinungsreich auf. Sie wird selten von Seewerbildungen überlagert. Nach einer bedeckten sattelförmigen Biegung, welche die zerstreuten Gehöfte von Gallmist trägt, folgt im Süden der mächtig entwickelte Flysch, und durch die im Allgemeinen südöstliche Senkung entsteht östlich von Feldkirch eine Niederung, in welcher sich der langgezogene Spiegel des Walduna - See's ausbreitet, während sie weiter hin gegen Süd die Ortschaften Tufers, Runggels, Pfitz, Dums, Göfis trägt. Mit steilem Abbruch erhebt sich noch weiter östlich eine höhere Terrasse, auf deren von Caprotinenkalk gebildetem Rande die Kirche von Uebersachsen steht. Auch hier trägt das Flötz eine allmähig nach Südost sich senkende fruchtbare Fläche, die bereits mehr wellig ist und von dem tiefen Laternser-Thal durchschnitten wird.

So sind hier nur die überaus flachen Südabhänge ähnlicher Wellen ausgebildet, wie sie bei Hohenems mit hoher Wölbung so schön entwickelt auftreten, während gegen Nordwest stets nur ein schroffer Schichtenabbruch ohne Spur einer wahren welligen Biegung das System abschneidet. Wendet man sich von Feldkirch gegen Norden dem Gehänge des Rheinthales entlang, so begegnet man bei dem grossen Dorfe Rankweil, wo aus enger Neocom-Kluft der Laternserbach in die Ebene hinaustritt, den ersten Spuren wahrer welliger Biegungen. Sie veranlassen den isolirten Felsen, den die Kirche von Rankweil malerisch krönt und das plötzliche Auftreten von muldenförmig eingelagerten Seewerschichten, welche östlich fortzustreichen scheinen. Eine kleine Aufbiegung bringt Caprotinenkalk und Spatangenkalk zu Tage und dann treffen wir, am Abhange des Rheinthales weiter hinwandernd, eine ausgebreitete Gault- und Seewer-Ab Lagerung, die den ganzen Raum zwischen der Häusergruppe Ratschuns und dem kleinen Bad Röthis einnimmt. Sie fallen nach SSO. und liegen auf jenem Neocomien, den wir als Südgrenze des Zuges III kennen lernten und der als breiter Streifen vom Hörndl über St. Victorsberg nach dem Rheinthale hinabzieht; er bildet allein dessen Gehänge von Weiler bis Röthis.

Das Resultat der Betrachtung dieses einigermaßen schwierigen Terrains ergibt also drei Wellenbiegungen, die sich an die bei Hohenems beschriebenen und mit IV und III bezeichneten anschliessen:

## II. Fraxern — St. Victorsberg — Röthis (Neocom); Ratschuns (Gault und Seewer).

I.a. Die kleine Aufbiegung von Neocomien zwischen den beiden Seewermulden.

I. Rankweil — Frastanz; die Haupterhebung und Schichtenbiegung ist dicht bei Rankweil.

Wenn man das an den Ufern des Rheinthales so deutlich aus vier Gebirgs wellen bestehende Kreidegebiet in seinem Fortstreichen gegen Osten verfolgt, so werden die Verhältnisse unklarer, je näher man der Canisfluh kommt. Die flachen Ausbreitungen des südlichen Schenkels der Welle I, wie sie bei Feldkirch herrschen, lösen sich in eine Reihe höher ansteigender, unregelmässiger und vielfach durchfurchter Bergzüge auf, in denen nur zuweilen noch das südliche Einfallen zu beobachten ist. Ein wichtiger Anhaltspunkt ist der Hochfreschen, von dessen Gipfel die Seewerbildungen sich allmähig dem flachen Südabhange entlang hinabziehen, den sie fast allein bilden. In bedeutender Mächtigkeit durchsetzen sie, von dem liegenden Caprotinenkalk begleitet und von Flysch überlagert, das Laternser Thal oberhalb des Hinterbades, und erweisen sich so als Fortsetzung der flachen Schichtenausbreitungen, in denen die Welle I

bei Feldkirch und Rankweil erscheint. Vom Hohen Freschen setzt dieselbe Gebirgswelle östlich nach dem Hohen Koyen und der Canisfluh fort.

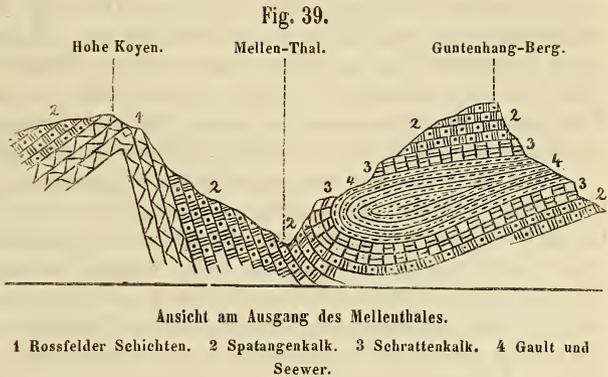
Der nördliche Zug II zieht von St. Victorsberg aus durch Thäler und über Höhenzüge hinweg über die Alpen Latora, Jägerswald, Altenhof nach der Mörzel-Spitz und dem Guntenhang-Berg. Sein Verhalten zu den beiden einschliessenden Zügen wird durch die Profile klar.

Dies sind die allgemeinen Verhältnisse im südöstlichen Theile des Kreidegebietes; allein so einfach auch in grossen Zügen der geognostische Bau sich darstellt, so verwickelt erscheint er in der Natur, und man irrt oft in einem Labyrinth herum. Das massenhafte, durch Schichtenbiegungen unverhältnissmässig vermehrte Auftreten der unteren weichen Neocomschichten, hat den Gewässern überaus grossen Spielraum zu einer ausgedehnten Erosionsthätigkeit gegeben; daher die Bildung weiter amphitheatralischer Thalkessel, in welche die kleinen Bäche von allen Seiten aus tiefen Runsen und Tobln, wie in einen Trichter hinabstürzen und bei Regenwetter bedeutende Thonmassen herabführen, die dann durch den Thalbach in den Rhein hinabgeschwemmt werden; daher die nackten schwarzen Abhänge, deren aufgelöste Neocommergel fort und fort hinweggespült werden und dem fortgeführten nachstürzen. Das Aufkommen der Vegetation wird daher trotz des fruchtbaren Bodens oft auf weite Strecken verhindert, und wo sie Platz gegriffen hat, sind es meist ausgedehnte dunkle Nadelwälder, die sich in die Thalgründe hinabziehen; nur selten umschliessen sie einsame Alpen auf stellenweise hervortretenden Schichten von Gault oder Seewer, auch wohl auf den festeren des Neocomien. So ist der Charakter des Thales von St. Victorsberg, der obersten Strecke des Thales der unteren Dornbirner Ache, zum Theil auch des Mellenthal, also der ganzen Umgebung des Hohen Freschen.

Allein so sehr auch diese Auswaschungen und Durchbrüche die Anordnung des Gebirgsbaues verbergen, tragen dazu doch noch vielmehr die Faltungen und Ueberstürzungen in dem Umkreise bei, welchen Mörzel-Spitz, Hoch-Freschen, der Hohe Blanken, die Mittagspitz und der Hohe Glockner um die Canisfluh bilden.

Von allen Seiten erweist sich das Juragewölbe als das Centrum der Hebungen im Kreidegebiete und es stört daher die Hebungswellen in ihrem Verlauf. Versuchen wir eine Analyse dieser Störungen rings um den Berg, so sind sie zunächst an der Mittagspitz und am Hohen Glockner nach unserer obigen Darstellung völlig klar. Ungleich grössere Schwierigkeiten bietet die überstürzte Schichtenfolge am Abhang vom Sünser See gegen das Mellenthal. Eben hat man noch regelmässig nach Süden fallende Schichten von Flysch, Nummulitenkalk und Seewer überschritten, so erscheinen plötzlich die tiefsten Spatangenschichten und darauf in der oben beschriebenen Weise das ganze umgekehrte System der Kreide, bis man bei der Alpe Linden die splinterigen Seewerkalke und dann die Seewermegel erreicht, die sich am rechten Abhang in gleichbleibender Höhe unter einem Caprotinenkalkflötz als eine fruchtbare Weidefläche weit fortziehen. Die Alpe „zu den bleichen Wänden“ hat vom Caprotinenflötz den Namen. Steigt man von hier abwärts in die tiefe Thalschlucht, so überschreitet man die normale Reihenfolge, deren tiefste mergelige Neocomschichten die schwarzen schlüpferigen Abhänge zunächst der Thalsohle bilden. Eine Faltung in sehr grossartigem Maassstabe ist also hier auf das Klarste vorhanden. Fast noch deutlicher ist dieselbe am linken Gehänge des Thales, welches in vielfacher Beziehung zu den interessantesten Thälern Vorarlbergs gehört. Jenes Gehänge wird von dem Bergzuge des Mörzel-Spitz und Guntenhang gebildet. Der unterste Abhang besteht aus Neocom, ebenso der ganze, in viele leicht besteig-

bare Gipfel aufgelöste Kamm. Dazwischen treten zwei Caprotinenflötze auf, welche einander parallel in horizontaler Richtung weit hinziehen und eine alpenreiche kleine Terrasse von Gault- und Seewer-Schichten einschliessen, und zwar in derselben Höhe, in welcher am jenseitigen (NW.) Abhang der heiden Berge die breite Gault-Seewer-Terrasse der Alpen: Hasingära, Gunzmoos, Untersehren u. s. w. erscheint. Die Ueberstürzung, auf welche das Lagerungsverhältniss schliessen lässt, wird zur Gewissheit, wenn man an den Ausgang des



Mellenthales gelangt und auf das gegenüberliegende Gehänge jenseits der Bregenzer Ache steigt; man erhält alsdann die beistehende Profilsansicht, welche zugleich den Grund der Ueberstürzung in der Emporhebung des Juragewölbes der Canisfluh und seiner östlichen Fortsetzung, des Hohen Koyen, anzeigt. Es ist hiermit der Schlüssel zur Erklärung der Lagerungsverhältnisse des ganzen Thales gegeben.

#### 4 Umgebungen von Bezau, Schnepfau, Hoch-Ifer und Sibratsgföll (östliches Kreidegebiet).

Die Bregenzer Ache scheidet den betrachteten westlichen Theil des Kreidegebietes von dem östlichen. Die Lagerungsverhältnisse bleiben im Wesentlichen dieselben; aber während dort unabhängig von ihnen nach allen Richtungen verzweigte Thalsysteme verlaufen und durch ihre tiefen Einschnitte und schroffen Durchbrüche die Profile klar zu Tage treten lassen, bedingt hier die schon im Canisfluhprofil hervortretende Uebereinstimmung der Oberflächengestaltung mit dem Schichtenbau einen sehr verschiedenen Charakter. Dort mussten die Hebungsparallelen mühsam durch Verfolgung der einzelnen Schichten quer über die abnorm verlaufenden Gebirgszüge hinweg verfolgt werden und traten wohl als ein geognostisch Ganzes hervor, das aber nur zum Theile die Oberflächengestaltung zu bestimmen vermochte. Oestlich von der Bregenzer Ache tritt jede Hebungsparelle, in sich einfach und ungestört, als wirklicher Parallelzug im Gebirgsbau auf, parallel der Antiklinal- und Höhenlinie der Canisfluh und der tiefen Einsenkung an ihrem Nordabhang. Die Zahl der Hebungsparellen wird zuweilen durch kleine Zwischenglieder vermehrt, welche sich allenthalben einschleichen und besonders an dem Canisfluhprofile (XXIII) sich geltend machen. Noch weiter im Osten ändert sich der Verlauf der parallelen Hebungen in ihrem Einfluss auf die Oberflächengestaltung. Drei Umstände tragen dazu bei: das grosse Querthal des Subers-Baches mit seinen vier Quellbächen, das Hervortreten von Juragesteinen auf der Spitze des Feuerstätterberges und das allmälige Verflachen der Höhenzüge, wodurch oft mehrere derselben sich zu plateauförmigen Ausbreitungen vereinigen; also hier im Osten dasselbe Verhältniss wie im Westen gegen das Rheinthal. Verfolgen wir nun die einzelnen Züge:

Bezeck-Winterstauden (IV). (Fortsetzung von Hohenems-Bezeck). Aus der dichtbevölkerten, aus fruchtbaren Molasse- und Flyschgesteinen gebil-

deten hügeligen Fläche, auf der sich die üppige Cultur der weiterstreuten Dörfer des vorderen Bregenzer Waldes ausbreitet, erhebt sich in gerader Linie von Bersbuch über Andelsbuch nach Sibratsgföll ein langgezogener, aus den ersten Kreideschichten gebildeter Wall, als die Grenzscheide des landschaftlich weit verschiedenen, in Bevölkerung und Sitten ursprünglicheren hinteren Bregenzer Waldes. Mit geringerer Höhe als Bezeck beginnend, steigt nach Osten der Zug allmählig zur Lingenauer Höhe an und erreicht in dem 5918 Fuss hohen Winterstauden seine grösste Erhebung. Weiterhin senkt er sich wieder hinab und verliert jenseits des Subersbaches vollständig seinen Charakter.

Der Schichtenbau des Zuges ist im Allgemeinen der oben (Fig. 37) dargestellte des Bezecks; doch tritt er nicht überall mit gleicher Klarheit hervor. Der Winkel, welchen an der Antiklinallinie, die grösstentheils zugleich Höhenlinie ist, die beiden Schenkel bilden, ist am Bezeck noch spitz, so dass der nördliche Theil überstürzt ist; er öffnet sich aber gegen Osten mehr und mehr und bewirkt dadurch eine zunehmende Verflachung der Schichten. Dazu kommt, dass die Höhenlinie sich allmählig spaltet und eine flache Mulde einschliesst, welche mit Gault und Seewer ausgefüllt ist. Am Subersbach tritt dies ganze System in die Thalsohle hinab, in der man es auf dem Weg von Schönebach nach Sibratsgföll überschreitet. Bei der Alp „auf der Aue“ am Ausfluss des Höllbocks-Tobls führt eine Brücke über eine tiefe, vom Subersbach wild durchbraute Spalte des Caprotinenkalks, der sich vom Südabhang des Winterstauden bis hier herab zieht. Er wird von wasserreichen Gault- und Seewer-Schichten bedeckt, welche niedrige Hügel bilden, und tritt bei der Brücke von Schönebach noch einmal hervor. Dieses ganze System steigt östlich zum Gadberg an, und streicht von da hinüber in das Algäu, wo es sich mit der Hochfläche des Gottesackers vereint.

Eine sehr bedeutende Abweichung im Gebirgsbau bedingt der Feuerstätter Berg; der nordöstliche Grenzpfiler des Vorarlbergischen Kreidegebietes gegen das Algäu. Indem seine mächtige Masse sich nördlich von dem Zuge des Winterstauden plötzlich einschiebt, rückt sie die bisher geradlinige Flysch-Kreidegrenze bogenförmig nach Norden hinaus. Der Schichtenbau des Berges ist unklar, da die langen saften Südgehänge keine Gesteine zu Tage kommen lassen. Nur unmittelbar bei Sibratsgföll ist ein wenig Seewer entblösst und im Fugenbach die Schichtenköpfe von Gault- und Caprotinenkalk. Auf der Höhe folgen die steilen Riffe des vielfach gewundenen Systems der Juraschichten, denen ein Sandstein folgt, welcher nach seiner petrographischen Beschaffenheit eben so als Gault wie als Flysch gedeutet werden kann, aber wohl letzterem angehört. — Obwohl der Feuerstätter Berg einen gegen Norden gerichteten Vorsprung aus dem Kreidegebiet bildet, so zieht doch in der Richtung der Flyschgrenze am Winterstauden weiter östlich eine tiefe Depression fort und trennt das Kreidegebiet des Algäu's in zwei Theile. Sie ist ausgezeichnet durch ihren Reichthum an vortrefflichen Alpen (Wies-Alp, Hirschgunt, Mooser Haag, Rohrmoss u. s. w.) und entsendet von ihrer ungemein niedrigen Wasserscheide nach Westen den Schönebach, nach Osten die Starzl-Ache.

Weissenfluh-Hirscheck (III). (Fortsetzung von Götzis-Weissenfluh). Eine langgezogene Depression trennt den vorigen Zug von diesem. Unmittelbar südlich von der Höhe des Winterstauden erhebt sie sich zu einer Wasserscheide, von der nach Westen der Grebentobl hinabzieht und den schönen Thalkessel von Bezau bildet, während östlich im Höllbockstobl, der kürzlich durch einen Bergsturz fast unzugänglich geworden ist, jene Depression bis zum Subersbach fortsetzt. Steil erhebt sich aus ihr der langgedehnte Zug, der eine einzige ununterbrochene Welle von Ellebogen an der Bregenzer Ache bis zur Alp „auf

der Aue<sup>e</sup> am Subersbach, dem Haupttheil des Zuges Weissenfluh-Hirscheck bildet. Die Steilheit der Wände veranlasste den verheerenden Bergsturz im Höllbocks-Tobl, wo das steil geneigte Caprotinenflötz von der aufgeweichten mergeligen Neocom-Unterlage hinabgerutscht ist. An der scharfen Antiklinal- und Höhenlinie beginnt der schwächer geneigte Südabfall, der hier weniger fruchtbar ist als am Winterstauden, da der Caprotinenkalk nur stellenweise von dem fruchtbaren Gault überlagert wird. Zwischen Bezau und Bizau löst sich der Zug in drei secundäre auf, die sich jenseits der Bregenzer Ache allmähig zu dem Gault-Seewer-Plateau der Alpen: Sehren, Weissenfluh u. s. w. vereinigen, auf dem wir früher die von Westen her verfolgte Welle verliessen.

Auch dieser Höhenzug wird im Süden von einer langgezogenen Depression begleitet, die gleich der vorigen, in der Mitte zu einer niederen Wasserscheide ansteigt und nach Westen in den Thalboden von Bizau, nach Osten in den des Sennhüttendorfes Schönebach abfällt, beides überaus fruchtbare und reiche Gelände, welche malerisch zwischen den parallelen buchenbewachsenen Höhenzügen eingeschlossen sind. — Oestlich von Schönebach vereinigt sich Alles zu dem weiten öden Karrenfeld, das den Namen des Gottesackers führt und mit steilen Wänden nach dem Thal des Achenbaches und der Starzlach abfällt. Der hervorragendste Theil des Randes ist das Hirscheck.

Gopfberg-Hirschbergfluh-Gottesacker (II) und Mittagfluh-Didamskopf-Hoch-Ifer (I). — Der Gopfberg scheidet das Thal von Reutte und Bizau von dem südlichen von Mellau, Hirschau und Schnepfau. Sein Bau wurde oben beschrieben und ist aus dem Canisfluhprofil klar. Ihm analog ist sein östlicher Anschluss, die Hirschbergfluh, gebaut, ein grossartiges Gewölbe, das durch eine flache Einsattelung in das Juramassiv der Mittagfluh übergeht. Westlich von der Einsattelung zieht sich eine tiefere, mit jüngerer Kreide erfüllte Depression nach Schnepfau hinab. Oestlich indess beginnt ein eigenthümliches System von vier Thälern, welche radienförmig in den Zug (I) eingreifen und sich bei Schönebach vereinigen. Dadurch werden hier mächtige Schichtensysteme blossgelegt. Der nördlichere Zug lässt sich über drei isolirte, aus Caprotinenkalk und Gault-Seewer gebaute Spitzen zwischen den vier Thälern hinweg nach dem Söfenschroffen verfolgen, mit dem er in das Plateau des Gottesackers übergeht. Ungleich klarer ist der südliche Zug, der in der Streichungsrichtung der Canisfluh bis zum Hohen Ifer fortsetzt und in mehreren amphitheatralischen Thalkesseln den grossartigen Schichtenaufbau in senkrechten Mauern von Tausend Fuss Höhe entblösst. Dies findet besonders ausgezeichnet am Didamskopf statt, der ganz aus Neocom besteht und am Hohen Ifer, dessen kleines, südlich geneigtes Plateau von einer nach drei Seiten steil abgebrochenen, daher schwer zugänglichen, unbedeckten Scholle von Caprotinenkalk besteht. Nur nach Nordost geht sie in den Gottesacker über. Steile Pfade, oft auf roh ausgehauenen Stufen, führen aus dem tiefen Grunde der romantischen wilden Thäler an dem Gehänge hinauf auf alle diese sanft geneigten Hochflächen, welche eine grossartige Fortsetzung der Alpenfläche der Canisfluh bilden, sowie jene Steilwände durch das Fortstreichen ihrer Höhenlinie veranlasst sind, und auf das Klarste die grossartige Gesetzmässigkeit im Gebirgsbau darthun.

Es bleiben zur Betrachtung nur noch die Gehänge übrig, welche von den Höhen des Didamskopfes und des Hohen Ifer nach der Flyschgrenze ziehen. Der Didamskopf besteht seiner Masse nach aus Neocomgebilden und da diese constant nach Stunde 11 fallen, so bestehen zwei Gräte, die er nördlich gegen Schönebach gabelförmig entsendet, auch daraus. Gegen Süden gabelt sich der Berg gleichfalls. Ein Arm zieht südwestlich zwischen Stockach-Bach und

Schranbach nach Remen bei Au hinab, der andere ist nach Südosten gerichtet und theilt sich abermals, indem ein Theil, welcher die steile Wand bildet, in grossem Bogen nach dem Hohen Ifer hinzieht, während der andere seiner Richtung treu in den Ochsenhofer Kopf übergeht. Zwischen beiden Armen, die nach Aussen steil abstürzen, zieht sich eine flache Mulde hinab, welche die Didams-Alp trägt und aus Gault und Seewer besteht. Aus dieser Mulde erhebt sich der Flysch als neuer südlicher Höhenzug. Von Schopernau steigt die Grenze über die Breitalp hinauf nach dem Pass „auf dem Kreuz“ und in den Kessel der Subersalpe, wo Gumbel<sup>1)</sup> die Auflagerung des Flysches auf Seewer genau beobachtete. Diese Grenze und diese Auflagerung lässt sich noch weithin verfolgen. Ueberall ist die ganze Kreidefolge in bedeutender Vollständigkeit ausgebildet, überall bildet Neocom die nördlichen Wände, Caprotinenkalk die zu wüsten Karrenfeldern ausgewitterten, südlich geneigten Hochflächen, denen weiter am Abhang hinab allmählig Gault- und Seewer-Schichten mit reichen Alpen (Subers, Grabath, Mölkböden, Auer u. s. w.) folgen, bis endlich der Flysch zu einem neuen Gebirgszuge ansteigt. Der Thalbach, welcher beide Höhenzüge trennt und bei Rietzen im Thal Mittelberg in die Breitach mündet, ist noch in die obersten Kreideschichten eingeschnitten, welche man hier mit ungewöhnlicher Klarheit beobachten kann.

Interessant sind einige Bergstürze, welche dieses Thal verheert haben. Von der geneigten mächtigen Scholle von Caprotinenkalk, welche den Hohen Ifer bildet, brechen zu Zeiten mächtige Massen los und stürzen hinab in die Tiefe. Man sieht, dass in früherer Zeit das Kalkflötz bis zu den in der Thalsohle gelegenen Mölkböden hinabreichte; eine sehr bedeutende Masse hat sich losgetrennt, beim Hinabrutschen in weiter Erstreckung das liegende Neocomien entblöst und mit ihren Trümmern unterhalb jener Alpe eine kleine Ebene geschaffen, welche in ihrem oberen Theil Sumpfland ist, im unteren ein von einzelnen Bäumen bewachsenes kolossales Trümmermeer, unter dem der Thalbach in der Tiefe hindurchströmt.

### 5. Ergebnisse.

So ergibt sich das Kreidegebiet Vorarlbergs als ein in seiner Schichtenentwicklung, wie in seinem ursprünglichen Gebirgsbau überaus gleichförmig und nach klaren Gesetzen entwickeltes Ganzes. Vier ostwestlich streichende, nach Norden steil einfallende, zum Theil überstürzte Wellen sind es, auf welche sich Alles zurückführen lässt. Allein es schieben sich zwischen Hauptwellen andere secundäre ein. (Staufen-Spitz, Kuhberg, Tugstein bei Hohenems u. s. w.) Eine Welle spaltet sich in zwei, welche eine Mulde einschliessen (Winterstauden, Bizauer Berg) und durch das Auseinandertreten der beiden Schenkel verflacht sich zuweilen eine Welle und breitet sich plateauförmig aus (Berge bei Feldkirch, zwischen Götzis und Klaus, Weissenfluh, Gottesacker); endlich senken sich Wellen unter andere Formationen hinab und verlieren damit ihren Charakter oder sie erheben sich auch wieder im weiteren Verlaufe. Alle diese Fälle finden im Vorarlbergischen Kreidegebiet in grosser Mannigfaltigkeit statt und bedingen zum Theil seinen vielgestaltigen Charakter.

Querwerfungen sind nirgends in solichem Maassstabe zu beobachten, dass sie auf den Gliederbau des Landes Einfluss hätten. Eine kleine derartige Verwerfung ist am Tugstein bei Hohenems, wo die Kreideschichten um wenige

<sup>1)</sup> A. a. O. Seite 6.

Hundert Fuss gegen einander verschoben sind. Auch bei Klaus, zwischen Reutte und Mellau scheinen beide Thalwände ein wenig gegen einander verworfen zu sein. Doch bleibt dies allemal höchst unbedeutend. Noch weniger sind seitliche Verwerfungen in der Richtung des Streichens von Ost nach West oder umgekehrt zu beobachten. Um so häufiger sind die Fälle, wo das Kreidesystem in der Streichrichtung seiner Wellen geborsten ist und die beiden Theile nach aufwärts oder abwärts gegen einander verworfen sind. Nicht selten findet dann, ähnlich wie im Lias-Trias-Gebiet, eine Ueberschiebung Statt. (Gopfberg gegen Reutte.)

Am mächtigsten sind die Störungen, welche die Centralhebung der Canisfluh verursachte. Zwar ist keineswegs anzunehmen, dass die hebende Kraft sich an diesem Punkte centralisirte, sonst müssten sich die Wellen concentrisch um die Canisfluh ziehen; allein dass die Hebung hier am stärksten war, beweist die bedeutende Höhe, bis zu der die Juraschichten aus einer grösseren Tiefe herausgehoben wurden, als die ältesten Kreideschichten einnahmen; man könnte einwenden, der Berg sei schon vor der Kreideperiode vorhanden gewesen und nun in gleichem Maasse mit der Umgebung gehoben worden. Allein dem widerspricht die regelmässige und vollständige Ausbildung der Kreide gerade an diesem Berge eine Ausbildung, welche auf ein gleich tiefes Meer schliessen lässt, als im ganzen übrigen Gebiet verbreitet war. Wenn somit die Canisfluh zwar weder auf eine centralisirte Hebungskraft noch auf ein vollständig gleichmässiges Erheben im ganzen Gebiet hindeutet, so ist es doch augenscheinlich, dass die Kraft, welche die ganze Welle: Ardetzenberg — Hoch-Freschen — Canisfluh — Mittagsfluh — Didamskopf — Hoch-Ifer, die mächtigste von allen, hervorbrachte, sich am stärksten an dem einen Punkt äusserte, während sie bei Feldkirch sehr gering gewesen sein muss. Dem entsprechend finden in den Umgebungen der Canisfluh jene bedeutenden Störungen im Gebirgsbau statt, welche wir eben erörterten und welche das regelmässige Fortstreichen der Wellen so unklar machen, ohne es aber zu vernichten. Ein Umstand ist es, welcher beweiset, dass das Maximum der Kraft auch ein klein wenig centralisirend wirkte, das ist die Aenderung in der Richtung der Wellen von West nach Ost, so zwar, dass sie einen Bogen mit allerdings sehr grossem Radius um die Canisfluh beschreiben. Bei Hohenems streichen die Wellen Stunde  $4\frac{1}{2}$ , selbst Stunde 4, weiter östlich nur Stunde 5 und 6.

Geringeren Einfluss auf das Kreidegebiet scheint die Juramasse gehabt zu haben, welche im Feuerstätter Berg zu 5194 Fuss Höhe gehoben wurde. Wie das Aufsteigen des zusammengefalteten und gepressten Schichtensystemes eine ganz locale Erscheinung von geringer Ausdehnung ist, so ist es auch mit der Einwirkung auf den Gebirgsbau der Umgebung.

Den grössten Einfluss auf die Oberflächengestaltung des Kreidegebietes hat das von dem Verlauf der Hebungswellen so abweichende System der Thäler. Nur nördlich und nordöstlich von der Canisfluh, zwischen den Orten Bezau, Bizau, Mellau, Schnepfau und Schönebach sind sämtliche Haupt- und secundäre Wellen durch parallele Thäler getrennt; ihre Bäche fliessen durch eine nach Stunde 11 verlaufende Wasserscheide getrennt nach verschiedenen Seiten ab. Aehnlich ist es mit den kurzen Thälern, welche zwischen Götzis und Röthis in die Rheinebene hinabkommen. Allein schon die Bregenzer Ache und der Subersbach folgen diesem Gesetze nicht mehr. Beide durchbrechen die Wellen rechtwinkelig und weiter im Westen wird die grösste Unregelmässigkeit zur Regel. Wir werden hier darauf hingeführt, quere Berstungen der Kreidewellen anzunehmen, entsprechend der grossen Zerspaltung der Canisfluh zwischen Au und Schnepfau. Solche Berstungen sind zwischen Mellau und Reutte, ferner südlich von Bersbuch,

zwischen Ebnit und Beckenmann, zwischen Götzis und Klaus, am Walduna-See, am Ardetzenberg bei Feldkirch u. s. w. Die Wasser haben diese Spalten ausgewaschen und verbreitert, über ihnen sanftere Abhänge geschaffen und so hauptsächlich dazu beigetragen, dass häufig Höhenlinien und Senkungen quer gegen die Hebungswellen gerichtet sind.

Der gesammte Gliederbau weist scheinbar darauf hin, dass in früherer Zeit die Kreideschichten ein weit grösseres Areal einnahmen, denn das ganze Gebiet besteht ausschliesslich aus der einen Formation, deren vielfach gewundene Schichten früher eine ebene Ausbreitung gehabt haben müssen. Es müssen daher entweder die auf eine grössere Fläche verbreiteten Schichten auf einen kleineren Raum zusammengeschoben worden sein oder die Masse der Schichten muss sich so ausgedehnt haben, dass sie sich krümmen musste, wo sie vorher horizontal war. Das Erstere scheint in geringem, das Letztere in sehr bedeutendem Maasse stattgefunden zu haben und die Streckung eine nicht unbedeutende Rolle zu spielen. Das gewöhnliche Merkmal für dieselbe, die Zerreissung der Versteinerungen in mehrere durch Klüfte getrennte Stücke, lässt sich zwar wenig beobachten, dies rührt aber daher, dass diejenigen organischen Reste, an denen jene Erscheinung am öftesten stattfindet, hier nicht vorkommen; nur die Belemniten in den Seewerschichten gehören dazu, und in der That sind sie sehr häufig in einzelne Stücke mit Zwischenräumen getrennt; ebenso ist es mit einzelnen Inoceramen der Fall. Hier ist also die Streckung nachweisbar. Der weitere Verlauf der Geschichte Vorarlbergs beweist auch, dass ein solcher Process stattfinden konnte, wohl auch stattfinden musste. Die Art der Verbreitung des Flysches deutet darauf hin, dass das Land zu Ende der Kreideperiode in einer säcularen Hebung begriffen war, welche das jetzige Kreidegebiet als schmale Zone trocken legte, die sich unmittelbar südlich und nördlich in das eocene Flyschmeer hinabsenkte. Ein solcher Abfall aber nach beiden Seiten musste bei einer auch nur äusserst geringen Verschiebbarkeit der Theile die Schichten bedeutend ausdehnen. Das Quantum der Streckung lässt sich nur annähernd schätzen; nur in wenigen Fällen vollkommener Ueberstürzung kann man annehmen, dass die Horizontalentfernung (*a*) zweier Wellenberge sich zur Schichtenentwicklung (*b*) des Wellenthales wie 1 : 2 verhalte. Dagegen ist das Verhältniss 1 : 1 $\frac{1}{4}$  häufig; nirgends dürfte 1 : 1 vorkommen, da eine vollkommen horizontale Lagerung nicht stattfindet. In allen Fällen hat die Streckung nur senkrecht gegen die Streichungsrichtung stattgefunden, nirgends parallel zu ihr. Sehr verschieden scheint aber der Grad zu sein, in welchem die einzelnen Schichten gedehnt wurden. So scheint das Caprotinenkalkflöz fast gar nicht davon betroffen worden zu sein, es nimmt nicht an den Biegungen Theil und verschwindet hier und da unter der Masse der anderen Schichten, während die Spatangenkalk im äussersten Maasse davon betroffen worden zu sein scheinen.

Es scheint, dass die Schichtenstreckung in den Alpen überhaupt eine sehr bedeutende Rolle gespielt habe. Welch unendliche Fläche müssten die Gesteine der Alpen einnehmen, wenn man alle Wellen und Faltungen auf die Horizontalebene zurückführen wollte; wie hätte eine Reduction auf einen so kleinen Raum stattfinden können? Ueberall aber, mit Ausnahme einiger centralisirter Gegenden der Südalpen, scheint die Streckung senkrecht zur Streichungsrichtung des gesammten Gebirges geschehen zu sein.

Werfen wir zum Schlusse noch einen Blick auf die östliche und westliche Fortsetzung des vorarlbergischen Kreidegebietes, so wie auf die Grenzen gegen Nord und Süd, so ergeben sich auch hier einige sehr beachtenswerthe Thatsachen. Das Thal des Rheins ist für die älteren Formationen eine der grossartigsten Verwerfungsspalten in den Nordalpen, nur noch vergleichbar mit derjenigen bei

Wien; für die Kreideformation gilt dies aber in weit geringerem Grade. Die Trennung des Säntisgebirges vom vorarlbergischen Kreidegebiet ist eine allmähig erweiterte Berstung, die nur in geringem Grade mit Verwerfungen verbunden zu sein scheint. Ja das Säntisgebirge dürfte sich im Schichtenbau wie in den Lagerungsformen dem vorarlbergischen Kreidegebiete inniger anschliessen als dem schweizerischen westlich von der Linth. Ist auch das ganze Kreidegebirge bis hinab nach Savoyen und der Provence seiner Ablagerung nach ein einziges, so scheint doch die Art und Weise der Hebungen eine Trennung in mehrere einzelne Gebiete veranlasst zu haben. Eines derselben ist durch den Knotenpunkt der Canisfluh bezeichnet; es gehören ihm die Kreidegebilde im Algäu, in Vorarlberg und am Säntis an. Die Zusammengehörigkeit dieser Gebiete zeigt sich in der Art und Weise wie sie sich um jenen Knotenpunkt schaaren. Wie in einem grossen Bogen ziehen die Hebungswellen herum und es ist gewiss keine zufällige Erscheinung, dass die Richtung derselben nördlich der Canisfluh Stunde 5, bei Hohenems Stunde 4 und im Säntisgebirge Stunde  $3\frac{1}{2}$ , selbst 3 ist.

Der Uebergang in die Kreide des Algäus wurde bereits mehrfach im Vorigen berührt. Die Züge setzen mit einigen Aenderungen fort und senken sich im Illerthal unter den Flysch. Ueberaus merkwürdig ist das plötzliche Wiederauftauchen am Grünten, da das Thal der Iller nicht wie das des Rheins eine Verwerfungsspalte bezeichnet. Das plötzliche und schroffe Emporsteigen zu 5000 Fuss Höhe, die Gleichartigkeit des Einfallens gegen Norden und Süden, so wie alle die interessanten Verhältnisse, welche in der trefflichen Schilderung von Gumbel <sup>1)</sup> beschrieben sind, weisen auf ein schnelles Emporsteigen hin, welchem andere Ursachen zu Grunde lagen, als der Erhebung des Winterstauden oder der Canisfluh. Vielleicht könnte das Eruptivgestein, welches an mehreren Stellen des Algäus hervorbricht und noch die Eocenschichten durchsetzt hat und welches nach Gumbel ein melaphyrartiges Ansehen haben soll, zur Erklärung der eigenthümlichen Bildung des Grüntens beitragen.

Was endlich das Verhalten der Kreide gegen den Flysch an ihrer Nord- und Südgrenze betrifft, so ist zunächst das Einfallen des Flysches längs dem Nordrand unter die ältesten Kreideschichten illusorisch; es findet vielmehr, wie aus zahlreichen Profilen hervorgeht, eine Ueberstürzung des gesammten Kreidesystemes mit Vermittelung aller jüngeren Glieder desselben und des Flysches mit regelmässiger Schichtungsfolge auf die Seewerbildungen am ganzen Nordrand statt; am Winterstauden verwandelt sie sich sogar in eine einfache senkrechte Schichtenstellung. Dieses Verhältniss dürfte wohl auch in der Schweiz in gleicher Weise fortsetzen. — An der Südgrenze sind die Eocenschichten der Kreide regelmässig aufgelagert.

## 2. Entwicklung der Jura- und Kreidegebilde in Nord-Tirol.

Die Art und Weise der Entwicklung der Jura- und Kreideformation in dem gesammten östlich von Vorarlberg gelegenen Theil der Nordalpen ist durch die Arbeiten der geologischen Reichsanstalt in den östlichen Gebieten, insbesondere durch Herrn v. Hauer's „Gliederung“, so wie durch die Abhandlungen von Emmrich, Schafhäütl, Gumbel in den bayerischen Alpen, so bekannt geworden, dass ich mich in diesem Abschnitte kurz fassen kann. Die beiden Formationen sind zwar in ihrem Auftreten im nördlichen Tirol niemals genauer

<sup>1)</sup> Gumbel, der Grünten, eine geognostische Skizze. München 1856.

beschrieben worden, allein ihre Gliederung und petrographische Entwicklung weicht nur unbedeutend von den östlichen Gegenden ab und gleicht fast genau der in den vorliegenden bayerischen Alpen. Zudem sind diejenigen Schichten, deren stratigraphische Stellung noch nicht mit voller Sicherheit festgestellt ist, auch hier so arm an Versteinerungen, dass sie zu einer genaueren Bestimmung nichts beitragen können. Wir beschränken uns daher auf eine allgemeine Uebersicht der Gliederung und werden dann kurz die Züge beschreiben, welche die beiden Formationen im Bereiche des Trias-Lias-Gebietes von Nordtirol bilden.

### A. Gliederung.

In dem ersten Theile dieser Abhandlung (Bd. X dieses Jahrbuches, S. 111) erwähnte ich bereits, wie unbestimmt die Grenze der Algäu-Schichten nach oben sei. Besonders im Lechthal, wo der Gesteinswechsel des mächtigen Lias-complexes so überaus reich ist, wo die in den untersten Theilen an Masse vorherrschenden Fleckenmergel sich doch nach oben fort und fort wiederholen, aber nicht mehr mit den zahlreichen charakteristischen Versteinerungen wie unten, wo endlich hoch oben mit ganz gleicher Lagerung Schichten auftreten, welche den jurassischen Ammergauer Wetzstein-Schichten entsprechen, da hat man wohl einen bestimmten Anhalt für die höchsten und die tiefsten Schichten, aber der dazwischenliegende ungeheure Complex bleibt ungelöst. So weit Fleckenmergel reichen, dürfte er wohl entschieden dem Lias angehören, aber der Uebergang ist dann weiter hinauf so unkenntlich, dass hier in der That eine fortdauernde ungestörte Ablagerung durch die Lias- und Jura-Periode hindurch angenommen werden muss. Weiteren Untersuchungen muss es vorbehalten bleiben, die Trennungsstelle der Faunen aufzufinden.

Im Gebiete des Lechthales, so wie in der Gegend von Reutte scheint die Reihe der regelmässig über einander abgelagerten Sedimente mit dem Jura zu schliessen, wenigstens lässt sich hier, mit Ausnahme der unsicheren Gosaugebilde auf dem Muttekopf, kein Glied der Kreide nachweisen. Aber schon südlich von den mächtigen Hallstätter Kalkmassen des Zugspitz-Wetterstein-Zuges zeigen sich über dem Jura noch weitere Schichten und gegen Osten nimmt dieses höhere System an Entwicklung zu. Wir werden es im weiteren Verlaufe als Neocmien vom Alter der Rossfelder Schichten nachweisen. Dieses Formationsglied ist in seiner typischen Entwicklung leicht von charakteristischen Juraschichten zu unterscheiden; allein es gibt Stellen, wo die Trennung ungemein schwierig ist; denn zuweilen findet ein ebenso allmäliger Uebergang durch den Gesteinswechsel der Schichten statt, wie im Gebiete des Lechthales vom Lias in den Jura. Zudem sind, wie dort, beide Formationen gleichförmig gelagert wo sie unmittelbar über einander liegen und auch hier muss man nothwendig einen fortdauernden Niederschlag annehmen. Er schliesst mit mergeligen Schichten voll charakteristischer Neocmien-Versteinerungen. Von nun an ist eine grosse Lücke in der Formationsfolge; der nächste Niederschlag gehört der Gosauformation an, mit der überhaupt die Kreide in unserem Gebiete schliesst.

Es scheint aus diesen wenigen Thatsachen hervorzugehen, dass der regelmässige und ununterbrochene Niederschlag in unserem Gebiete, der schon mit der Triasperiode begonnen hatte, durch die ganze Lias- und Jura-Periode hindurchreichte und erst mitten in der Periode der Neocmienbildungen gänzlich abgeschlossen wurde. Nur secundäre Hebungen können in dieser Zeit stattgefunden haben, sonst müsste wenigstens Einmal eine antikline Schichtenstellung

zweier auf einander folgender Glieder oder ein plötzlicher, der Niveauveränderung entsprechender Wechsel des Niederschlages und der Facies seiner Fauna zu beobachten sein. Nur der Wechsel der Intensität der langsamen Hebungen kann es veranlasst haben, dass mit den Liasablagerungen eine für den Gebirgsbau der nördlichen Kalkalpen wichtige Periode abgeschlossen wird und die nächsten Formationen trotz des Parallelismus in der Ablagerung einer jeden mit der unmittelbar darunter folgenden in ihrer Verbreitung von den schon vorhandenen Ablagerungen beschränkt und bestimmt werden. — Hat aber ein fortdauernder Niederschlag stattgefunden, so muss die ganze Reihenfolge der Formationsglieder vom Lias bis zum Neocomien, wie sie in anderen Ländern vorkommen, in unserem Gebiete durch Niederschläge vertreten sein; jedoch auch nur durch solche, denn die Thierwelt der Jura- und Neocomien-Bildungen von Tirol ist äusserst beschränkt und ganze Schichtenreihen enthalten kaum Spuren von organischen Resten; es kann daher hier nur die Aufgabe sein, die wenigen vorhandenen Faunen in ihrer Aufeinanderfolge, oder auch die gleichartigen Gesteinscomplexe, so weit dies thunlich ist, gegen einander abzugrenzen oder einzelne Schichtencomplexe, welche durch ihre Versteinerungen besonders charakterisirt sind, aus der ganzen Reihe als selbstständige Glieder hervorzuheben. Letzteres ist bei der Beschränktheit der Versteinerungen auf einzelne Schichtengruppen das Sicherere. Wir unterscheiden danach folgende Glieder:

- |                          |  |                          |
|--------------------------|--|--------------------------|
| 1. Vilser Kalk,          |  | 3. Rossfelder Schichten, |
| 2. Ammergauer Schichten, |  | 4. Gosaugebilde.         |

### I. Vilser Kalk.

Der terebratelreiche Kalkstein von Vils ist wohl eines der merkwürdigsten Gebilde in den Nordalpen; denn wo die Niederschläge in weiter Erstreckung ohne Unterbrechung durch lange Perioden fort dauern, da sollte man auch erwarten, weithin die Schichten gleichförmig in ihrer Versteinerungsführung und in ihrer petrographischen Entwicklung zu finden. In der That gibt auch gerade der alpine Jura sonst ein ausgezeichnetes Beispiel für diese Gleichförmigkeit und wenn im Osten seine unteren Schichten als Klaussschichten entwickelt sind und eine massenhafte Anhäufung von Versteinerungen an einzelnen Orten zeigen, so hat doch einerseits der petrographische Charakter immer noch Aehnlichkeit mit dem der anderen jurassischen Gesteine, andererseits ist die Erscheinung nicht local und wiederholt sich, wie Herr v. Hauer nachwies, in den Ablagerungen von Swinitza im Banate und in der Krim. Der Vilser Kalk hingegen ist eine ganz und gar isolirte Bildung mitten im Bereiche der fort dauernden Jura-Ablagerungen, beschränkt auf die nächste Umgebung des Ortes Vils <sup>1)</sup>, petrographisch weit verschieden von allen gleichaltrigen Schichten, eben so in der Facies der Fauna, und die letztere hat nur Analoga bei Windischgarsten und, wie Herr von Hauer zeigte, wahrscheinlich auch in den Südalpen. Das Alter des Vilser Kalkes

<sup>1)</sup> Gümbel führt (Band VII dieses Jahrbuches, Seite 30) an, dass der Vilser Kalk von Hindelang in flachem Bogen nach Vils zieht, und von hier über den Säuling, Hochplatt, Hengerspitz, Brunnenkopf, Kogel, Laberberg, Ettoler-Mandl, Benediktenwand, u. s. w. immer weiter östlich fortstreicht. Allein wie sich aus dieser Zusammenstellung und aus dem Profil Figur 17 (Seite 32) ergibt, wurde in jener Abhandlung der gesammte Hallstätter Kalk und nach Fig. 16 (Seite 32) auch der Hierlatz-Kalk zum Vilser Kalk gerechnet, da die drei in der That petrographisch nahe verwandt sind. Das östliche Fortstreichen bezieht sich auf den Hallstätter Kalk. In allen späteren Arbeiten hat Herr Gümbel die Trennung durchgeführt.

als parallel dem Etage Bathonien und Aequivalent der östlichen Klaus-Schichten unterliegt wohl kaum mehr einem Zweifel, eben so wenig aber seine Vertretung in nächster Nachbarschaft durch die gewöhnlichen Juragesteine der Nordalpen. Das Gestein, ein weisser, dichter, nicht sehr harter Kalkstein, ist bekannt, eben so die Versteinerungen, unter denen *Terebratula pala*, *antiplecta* und *concinna* die häufigsten sind. Das Lagerungsverhältniss ist aus dem in der zweiten Abtheilung dieser Abhandlung gegebenen Profil zwischen Weissenbach und Vils vollkommen klar und es bleibt somit nur noch die Frage zu erörtern, welche Umstände eine solche örtliche Abweichung des Niederschlages hervorrufen konnten.

Es steht unzweifelhaft fest, dass die nördlichen Kalkalpen trotz der ununterbrochen fortdauernden parallelen Niederschläge doch bereits am Anfange der Jura-Periode durch langsame Hebungen allmählig eine ihrer heutigen ähnliche Gestalt erlangt hatten. Die Lagerstätte der Vilser Kalke aber ist jetzt umstarrt von mächtigen Kolossen von Hallstätter Kalk und wenn man sie vom Gernspitz über den in einer späteren Zeit entstandenen Durchbruch des Lechs nach dem Säuling fortsetzend denkt, so hat man hier einen Kessel von älteren Kalken, wie er in Nordtirol kaum bei einer anderen Jura-Ablagerung vorkommen dürfte. Solche Verhältnisse konnten wohl hier eine besondere, individualisirte Art des Niederschlages und eine entsprechend individualisirte Fauna schaffen. Ganz besonders dürfte dafür der den Vilser Schichten sehr ähnliche Charakter der Hierlatz-Kalke sprechen, welche auch ausschliesslich diesem Kessel angehören und erst in weiter Entfernung, östlich von Innsbruck ihre nächste Lagerstätte haben.

## 2. Ammergauer Schichten.

(Oberer rother Ammonitenkalk, Oxford Emmrich.)

Mit dem Namen der „Ammergauer Wetzsteinschichten“ bezeichnete man wohl zuerst ein charakteristisches Gestein der Juragebilde der Nordalpen. Da dasselbe überall in gleicher Weise wiederkehrt und zugleich im Ammergau neben den Wetzsteinen die vollständige Schichtenfolge aufzutreten scheint, wie sie an anderen Orten bekannt ist, so dürfte es wohl am geeignetsten sein, die alte Benennung für den ganzen Complex der Juragebilde beizubehalten. „Oberer Jura“ passt darum nicht, weil nach den obigen Auseinandersetzungen wahrscheinlich die ganze Folge des braunen und weissen Jura in dem in Rede stehenden Schichtensysteme vertreten ist. Man kann, wie gesagt, weder eine untere Grenze gegen den Lias noch eine obere gegen das Neocomien festsetzen; es ist eine ununterbrochene Ablagerung, deren Gliederung überdies durch die geringe petrographische Verschiedenheit grosser Complexe erschwert wird. Nach unten stellen sich allmählig die Fleckenmergel ein, welche mit ihren bestimmten Fucoidenformen für den Lias ganz charakteristisch sind. Nach oben erscheinen ebenfalls Fleckenmergel, welche aber durch die Form ihrer Pflanzen wie durch die petrographische Beschaffenheit von denen des Lias verschieden sind, und sich durch den begleitenden *Aptychus Didayi* und viele andere Versteinerungen als zum Neocomien gehörig erweisen. Die ganze zwischenlagernde Schichtenreihe besteht wesentlich aus grauen, gelben, weissen, röthlichen und dunkelbraunrothen Kieselkalcken, mit denen hier und da ein rothes oder grünes Hornsteinlager verbunden ist, ähnlich demjenigen, welches im Lechgebiete schon den Liasfleckenmergeln eigenthümlich ist. Höher aber nimmt, besonders in den östlicheren Gebieten, der Kieselgehalt ab und es treten jene rothen, immer noch etwas verkieselten Kalke auf, welche Emmrich „oberen rothen Ammonitenkalk“ nannte und die als Marmor technische Verwendung finden, während die unteren Kieselkalke zur Verfertigung

von Wetzsteinen dienen. Die reineren Kalke sind gewöhnlich von Hornstein-Ausscheidungen erfüllt.

In Tirol gelang es uns in diesen Schichten, deren Stellung anderwärts bereits mit einiger Sicherheit festgestellt werden konnte, nicht, bestimmtere Anhaltspunkte zu gewinnen. *Aptychus latus* und unbestimmbare Belemniten blieben die einzigen organischen Reste, welche wir fanden.

### 3. Rossfelder Schichten.

Das vorherrschende Gestein der Rossfelder Schichten besteht in Nordtirol aus grauen fleckigen Kalkmergeln, welche stellenweise eine ausserordentliche Mächtigkeit erreichen und viele charakteristische Versteinerungen des untersten Neocomien der Provence führen, so besonders häufig *Aptychus Didayi*, *Ammonites Astierianus*, *Ammonites Grasianus*, *Crioceras*-Arten u. s. w. Nach unten werden die Schichten kalkiger und nehmen einzelne Kieselknollen auf, durch welche ein allmählicher Uebergang in die jurassischen Bildungen herbeigeführt wird. So dickbankige Kalke, wie an der Canisfluh, sind in Nordtirol nicht bekannt, dort aber fehlen wiederum die Fleckenmergel. Am Rossfeld ist die Entwicklung ebenfalls abweichend, da dort drei Niveaux, die weissen Aptychenkalke, eine darüber folgende mergelige und eine höhere sandige Abtheilung bestimmt unterschieden sind, während in Nordtirol die Mergel fast allein herrschen und nach oben nur ein wenig sandiger werden.

### 4. Gosau-Formation.

Während die bisher betrachteten Formationsglieder eine stetige Reihe bilden, sind nun die Ablagerungen in unserem Gebiet plötzlich für lange Zeit abgeschnitten. Nirgends ist ein Gestein, welches auf eine Zwischenstellung hindeutete und erst aus dem späteren Theil der Kreideperiode treten wieder eigenthümliche Gebilde auf, welche sich durch ihre Versteinerungsführung der Gosauformation äquivalent erweisen. Auch in den räumlichen Verhältnissen der Verbreitung und Lagerung stellt sich die lange Periode der Ruhe gewissermaßen plastisch dar. Bisher war jedes Glied dem vorhergehenden parallel aufgelagert und zeigte in seiner Verbreitung nur geringe Abweichungen, deren Gesamtbetrag erst so erheblich ist, dass zum Beispiel die Neocomienmergel und die Hallstätter Kalke kaum mehr eine Beziehung zu einander erkennen lassen. Die Gosaugebilde aber weichen von dem Neocomien sehr weit ab; ihre Verbreitung und Lagerung sind anderen, neuen Gesetzen unterworfen, ihre Gesteine sind ganz und gar verschieden und ihre Fauna hat keine Analogie mehr mit der früheren.

Ueber das Hauptvorkommen der Gosaugebilde im Brandenberger Thal liegt bereits ein vortrefflicher Bericht von Herrn Professor Pichler <sup>1)</sup> vor, auf den ich hier verweisen kann.

Ein zweites, wohl noch nicht ganz sicheres Vorkommen ist auf dem Mutterkopf, einem der bedeutendsten Hochgipfel zwischen Lechthal und Innthal. Wenn man von Tarenz bei Imst den Jochsteig nach Elmen im Lechthal einschlägt, so geht man am Steinjöchel unter den Wänden dieses Berges hin. Bei

<sup>1)</sup> „Zur Geognosie der nordöstlichen Kalkalpen Tirols“. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Band VII, 1856, Seite 735 ff. Dasselbst auch ausführlichere Mittheilungen über die Jura- und Neocomgebilde.

dem jenseitigen Abstieg findet man schon oberhalb Pfaflar, am meisten aber abwärts von diesem Ort gegen Boden, in ungeheurer Menge und Grösse Blöcke eines sehr festen Conglomerates mit grossen Einschlüssen, das in feineren Sandstein übergeht, ferner gelbe sandige Mergel und ähnliche Gesteine, welche, wie Herr G ü m b e l sich bei einer Besteigung des Muttekopfes überzeugte, von der Höhe dieses Berges stammen und seine ganze Gipfelmasse bilden. Aus der Aehnlichkeit mit Gesteinen der Urschelau im südöstlichen Bayern, welche durch Orbitaliten als untere Gosaugebilde charakterisirt sind, schliesst Herr G ü m b e l, dass auch die Gesteine des Muttekopfes dieser Formation angehören. Versteinerungen konnten wir nicht finden.

Ein drittes Vorkommen der Gosauformation, das gleichfalls noch nicht sicher erwiesen ist, ist in dem Becken von Häring und wie das vorige von Herrn G ü m b e l entdeckt.

## B. Verbreitung und Lagerung der Jura- und Neocomgebilde.

Fasst man Jura- und Neocomgebilde als einen Complex zusammen, so beginnt er im Westen mit den tiefsten Schichten in geringer Mächtigkeit; nach Osten treten immer höhere Schichten hinzu und die Mächtigkeit wächst mehr und mehr an. Wo das Trias-Lias-Gebiet Vorarlberg verlässt, scheinen diese beiden Formationen in ihrer Zone noch allein zu herrschen; es gibt hier nichts, was mit Bestimmtheit auf das Vorkommen jurassischer Schichten über den Fleckenmergeln schliessen liesse, wenn auch der unbestimmte Gesteinscharakter es nicht unmöglich macht, dass schon in Vorarlberg die höchsten unserer Algäuschichten dem Jura angehören. Die ersten Spuren, welche aber doch noch nicht mit Sicherheit als Jura nachgewiesen sind, finden sich in dem System der Algäuschichten unserer vierten Hebungswelle, wie wir bereits bei der Beschreibung des Lechgebietes andeuteten. Vom Holzgau bis zum Kessel-Spitz bei Elmen erstreckt sich als oberste Decke der Algäuschichten ein System von rothen Hornsteinen und röthlichen und weissen Kieselkalken, wie sie weiterhin die Juraformation charakterisiren.

Sehr entschieden und mit Versteinerungen tritt der Jura in der Umgebung von Reutte auf, wo Herr v. Hauer zwei Züge nachwies. Der eine steigt bei Wengle und Holz aus dem Lechthal auf und erstreckt sich, stets unter die Trias-Schichten fallend, mit kurzer Unterbrechung bis Kren; der andere zieht von Gacht über den Sitnisschroffen und den Traualpen-See nach dem Rothen Spitz. Bei Vils treten nur die Vilser Schichten auf.

Bis hieher ist mit dem Jura noch kein Neocomien verbunden; es folgt nun eine grössere Unterbrechung, nach welcher beide Formationen vereinigt wieder erscheinen. Dies ist bei Bieberwier und Ehrwald im Loisachthal. In stetem westlichem Zug sind sie zwischen zwei kolossale Massengebirge von Hallstätter Kalk in der Tiefe eingelagert. Der südliche wird durch Sonn-Spitz, Grünstein, Mieminger Berg und den Hohen Mundi gebildet, der nördliche von der Zug-Spitz, Kothbach-Spitz und Scharnitz-Spitz. Nur längs dem nördlichen Theil des tiefen Canals sind die Jura- und Neocomien-Ablagerungen sichtbar; im südlichen fehlen sie, vielleicht wurden sie hier, wo sich das Gaisthal eingegraben hat, zerstört und fortgeführt. Zwischen Gehren-Berg und Ofele-Berg erreicht der Zug am Luetsch-Thal sein Ende.

Abermals verschwinden unsere beiden Formationen auf einige Erstreckung. Im Fortstreichen des vorigen Zuges treten sie gar nicht mehr auf, nur etwas

weiter südlich und etwas weiter nördlich. Das südliche Vorkommen ist an den Wänden des Innthales, auf der Bogner-Alm und Walder Alm oberhalb St. Michael und St. Martin, wiederum unter den Wänden hoher Hallstätter Kalkgebirge. Herr Pichler, der das Vorkommen entdeckte, glaubt, dass die Schichten nur der Juraformation angehören.

Problematisch ist das Vorkommen von Jura und Neocomien in dem alpenreichen Quellgebiet des Blaubachs, Laliderer Bachs und Karbendel-Bachs unter den Steilwänden des imposanten Hallstätter Kalkgebirges, welches das Thalgebiet der Riss südlich begleitet.

Weiter abwärts in der Riss aber beginnt ein Zug von unzweifelhaften Jura- und Neocomien-Schichten, der Hauptzug derselben im ganzen nördlichen Tirol. Er beginnt bei Mittenwald in Bayern, betritt am Hochreisen-Spitz und Simes-Berg die österreichische Grenze und das Thalgebiet der Riss, übersetzt das Farne-Thal und bildet die Wände des Riss-Thales in der Breite einer halben Stunde, von Widum bis beinahe zur Einmündung des Leckthales. Oestlich setzen dieselben Formationen den Schön-Albel-Kopf zusammen und ziehen hinüber in das Gebiet der Dürrach, wo sie sich ausserordentlich ausbreiten. An der Wasserscheide der Dürrach gegen das Achenthal erreicht nach Herrn Pichler's Untersuchungen die Zone ihre bedeutendste Breite von beinahe anderthalb Meilen, indem nach demselben das Pfans-Joch, der Schaf-Spitz, Sonntag-Kopf, Retten-Joch und Juifen aus Juraformation bestehen, der am letzteren Berge Neocomien aufgesetzt ist, während im Uebrigen diese Formation zu beiden Seiten in der Tiefe bleibt. Auch im Achenthal ist die Breite der Zone noch bedeutend; der untere Theil der Thalwände besteht von dem Dorf Achenthal bis zur Kohlstatt fast ausschliesslich aus den in Rede stehenden Formationen. Von hier aus nimmt die Breite ab, aber mit um so grösserer Regelmässigkeit und ohne Unterbrechung streicht der Zug gegen das Thiersee-Thal fort, welches noch ganz in ihn eingesenkt ist, und lässt sich noch weiter über das Innthal gegen Niederndorf und Walchsee verfolgen. — In dieser ganzen Erstreckung von beinahe zehn Meilen folgt der Zug einer Einsenkung zwischen hohen Kalk- und Dolomitgebirgen, besonders deutlich in seinem östlichen Theil vom Achenthal bis zum Innthal. Die einzelnen Theile des Zuges und ihr Verhalten gegen die benachbarten Gebirge haben wir bereits bei der Beschreibung des Lias-Trias-Gebiets erörtert 1).

Vergleicht man diese fünf Zonen (von Holzgau, von Reutte, Bieberwier, die der Walder-Alm und die von der Riss nach Thiersee), so haben sie das Gemeinsame, dass sie sämtlich gleichsam tiefere Canäle zwischen den mächtigen Zügen von Hallstätter Kalk und Dachsteindolomit erfüllen. Ferner nimmt ihre Mächtigkeit und Schichten-Entwicklung, so wie das Hinzutreten jüngerer Schichten, zu mit der Entfernung von der Grenze des Urgebirges gegen Norden und mit dem Fortstreichen von West nach Ost. So ist bei Holzgau und Elmen im Lechthal nur die Juraformation vertreten, in der Thiersee tritt sie gegen die mächtigen Massen des Neocomien fast ganz zurück; dasselbe Verhältniss findet zwischen der Ablagerung der Walder-Alm und der der Thiersee statt. Endlich haben die Schichten beider Formationen nur geringe und beide beinahe vollkommen gleiche Störungen erlitten. — Alle diese Erscheinungen geben die werthvollsten Fingerzeige zur Erklärung des Gebirgsbaues in den nördlichen Kalkalpen.

1) Siehe 2. Abtheilung, Gebiet der Riss und Dürrach, Achenthal, Thiersee.

### III. Eocenformation.

Auch die Eocenformation erreicht bei weitem ihre grösste Entwicklung in Vorarlberg, wo sie die beiden breiten Flysch-Zonen bildet, welche das Kreidegebiet umfassen. Von hier zieht sie, stets unmittelbar die Trias-Lias-Zone nördlich begrenzend, durch das Algäu fort und lehnt sich als ein sanfteres Mittelgebirge an die schroffen Abfälle der bayerischen Hochalpen. Auf der von Herrn Gumbel in neuester Zeit veröffentlichten geognostischen Karte von Bayern ist die Zone mit mehrfachen Unterbrechungen bis zur salzburgischen Grenze angegeben. Das nördliche Tirol hat daher gar keinen Antheil an derselben, wenn man die kleine, rings von bayerischem Gebiet umschlossene aber zu Tirol gehörige Enclave Jungholz ausnimmt, welches gerade am Anfang der Flysch-Zone liegt. Auch andere Eocengebilde hat Nordtirol bis zum fernen Osten nicht nachzuweisen. Hier erst treten nördlich von Kufstein einige Eocengesteine der Ablagerung von Reut im Winkel auf tirolisches Gebiet herüber. Das Becken von Häring aber, welches bisher für eocen galt, ist durch Heer's neuere Forschungen ziemlich sicher als oligocen festgestellt.

#### A. Nummulitenführende Gebilde in Vorarlberg.

In Vorarlberg folgen auf die Seewermergel Nummulitengesteine in unerheblicher Mächtigkeit. Ausser ihrem schon durch Murchison bekannt gewordenen Vorkommen bei Dorubirngelang es mir sie noch an einigen anderen Orten, überall unter den deutlichsten Verhältnissen, aufzufinden. Folgendes sind ihre Fundstätten:

1. Becken des Sünser See's (Profile V, VI) am Ursprunge des Mellen-Thales (Nordabhang des Gerer Falben). Wenn man im Latterser-Thal aufwärts wandert, so erreicht man am Hinterbad vorüber die Alpe Göfas. Hier zieht die Grenze der Kreide gegen das Eocen durch. Der Hohe Freschen im Norden besteht aus allen Gliedern der vorarlbergischen Kreide und an seinem langgedehnten flachen Südabhang zieht sich das oberste Glied, die Seewermergel, mit flachem südlichem Fallen heran. Ueber diesen dünnschichtigen, fleckigen, an die Plänermergel erinnernden Gesteinen folgt im Becken des Sünser See's mit gleicher Fallrichtung und parallel aufgelagert:

- a) Eine wenig mächtige Schicht von ausserordentlich nummulitenreichem Kalk, der sich an der genannten Formationsgrenze weithin zu ziehen scheint.
- b) Ein den Seewerkalkmergeln sehr ähnliches Gestein, aber voll von Fucoiden.
- c) Dünnpfartige Kalke am Sünser See, wie an der Alpe Göfas mauerförmig anstehend. Auch sie enthalten zahlreiche Fucoiden.
- d) Braune Sandsteine; schon an- und für sich sehr mächtig, werden sie es noch viel mehr durch die bedeutenden Schichtenbiegungen, welche mit diesem Glied beginnen; sie halten fast eine halbe Stunde breit von der Alpe Göfas über den Gerer Falben bis zum Pass in der Furchen an.
- e) Die gewöhnlichen Flyschgesteine.

Wo in dieser, regelmässigen Schichtenfolge die Grenze der Nummulitenformation ist, lässt sich kaum sicher bestimmen; aber die parallele Aufeinanderlagerung lässt vermuthen, dass der gesammte Flysch dieser Formation angehört und nur durch den Charakter der Niederschläge, gleich dem istrischen Tassello, dem Leben der Nummuliten ungünstig war. Trennt man aber die Nummulitengesteine

von denjenigen mit den Flysch-Fucoiden, so muss man den Flysch schon mit *b*) anfangen lassen.

2. Gegend von Feldkirch (Profil I). Herr Stocker in Feldkirch fand Nummulitenkalk südlich von dieser Stadt, wie es scheint ebenfalls an der Grenze von Kreide und Flysch. Combinirt man dieses Vorkommen mit dem am Sünser See, so lässt sich wohl erwarten, dass man die Formation auch weiterhin an der Grenze von Seewermegeln und Flysch auffinden wird.

3. Gegend von Hohenems. Das ausgezeichnete Vorkommen von Nummulitenformationen östlich von diesem Ort ist auf Profil XX. dargestellt. Wendet man sich von den südlichsten Häusern des Ortes an dem von Emser Reutte herabkommenden Bach aufwärts, so stehen bei den ersten Mühlen die Caprotinenreichen Schrattenkalke, welche wir bereits oben erwähnten, mit steilem südöstlichen Fallen an (Stunde 10). Weiter aufwärts erscheinen mit gleichem Fallen thonige, schieferige Mergel, und unterhalb eines neugebauten Fabriksgebäudes Nummulitenkalk, beide im Hangenden der Schrattenkalkbank und, bei Berücksichtigung der auf dem Profil dargestellten überstürzten Lagerung, auch im Hangenden der südlich am Abhang in umgekehrter Folge sich aufbauenden Kreideformation. Das an grossen Nummuliten sehr reiche Gestein besteht aus einer eigenthümlich chloritischen Grundmasse mit zahlreichen Fragmenten eines hellröthlichen Kalkes; die Nummuliten liegen in der Grundmasse. Bei der Fabrik ist eine Austernbank eingelagert, wie auch sonst neben den Nummuliten noch viele, grösstentheils undeutliche Versteinerungen vorkommen. Etwas weiterhin fallen unter den Nummulitenkalk, also bei der verkehrten Lagerung eigentlich im Hangenden liegend, gelbliche und dunkelgraue flachschalige Mergel mit glimmerigem Schimmer ein. Während die zuerst angeführten Mergel doch vielleicht noch dem Seewer angehören, sind diese wohl sicher der Nummulitenformation zuzurechnen; der Glimmergehalt unterscheidet sie auf den ersten Blick von allen Seewermegeln; vielleicht entsprechen sie der Schicht *b*) am Sünser See, wiewohl ich keine Fucoiden darin fand und die Mächtigkeit eine ausserordentlich bedeutende ist.

Verfolgt man die Nummulitengebilde weiter, so sieht man klar dass sie muldenförmig aber ein wenig discordant, der Kreide eingelagert sind, und die ganze zusammengeklappte Mulde sich mit südöstlichem Fallen in das Kreidegebirge hineinzieht. In südlicher Richtung übersteigt man daher von den glimmerigen Mergeln aus über den Nummulitenkalk und die Seewerbildungen die ganze Schichtenfolge in umgekehrter Reihenfolge, während nach Norden zunächst bei Hohenems die Glieder zwischen Nummulitenformation und Schrattenkalk verschwinden und erst allmählig gegen Osten sich einstellen. Am Deutlichsten ist die südliche umgekehrte Schichtenfolge auf dem Wege von den Häusern Tugstein nach dem Berg Tugstein. Der Bach stürzt in einer engen Klamm hoch herab über die Felsen des hier mächtiger gewordenen Nummulitengesteins; es tritt hier nur der röthliche schwach krystallinische Kalk mit sehr sparsamen Nummuliten auf. Dann folgen graue glimmerige Mergel, und erst über diesen die charakteristischen fleckigen Seewermergel.

4. Dornbirn. Das mehrfach (von Murchison, Studer, Escher, Gümbel) beschriebene Vorkommen von Nummulitenformation am Röthelstein, beim Mühlbach südlich von Dornbirn ist dem von Hohenems ähnlich. Auch hier gehören sie einem überstürzten Schichtensystem vom Neocomien bis zum Nummulitenkalk an, aber statt sich jenseits wieder muldenförmig herauszuheben, fällt Flysch darunter ein und herrscht weiterhin allein. Das Nummulitengebilde erstreckt sich zwischen Seewermegeln und Flysch mit stetem südlichen Fallen vom Röthel-

stein bis an den südlichen Abhang des Berges von Kehlegg, ist aber an dieser nördlichen Grenze des Kreidegebietes gegen die Flysch-Zone nicht weiter nachgewiesen. Die Gesteine gleichen denen von Hohenems, sind aber ungleich mächtiger, und neben der chloritischen Bindemasse des Conglomerats treten Rotherisensteine in bedeutender Entwicklung auf. Die grauen, schwach glimmerigen Mergel sind wie dort entwickelt. Eine Wanderung im Mühlbachthal aufwärts gehört zu den lehrreichsten für das geognostische Verhalten verschiedener Formationen gegeneinander in den Alpen.

### B. Flysch in Vorarlberg.

Wie in der Schweiz so ist auch in Vorarlberg der eocene Flysch durch seine Verbreitung und Mächtigkeit eines der wichtigsten Glieder im Gebirgsbau, aber wie dort, so auch hier ein einziger Complex von nicht weiter gegliederten und nur durch Algenreste charakterisirten Schichten. Was die petrographische Beschaffenheit anbelangt, so fehlen reine Kalke, reine Sandsteine, charakteristische Mergel und dergleichen, alle diese verschiedenen Elemente vereinigen sich in den Niederschlägen und häufen Tausende auf Tausende von beinahe gleich mächtigen Schichten aufeinander, welche hauptsächlich durch die Unbestimmtheit ihrer petrographischen Beschaffenheit charakterisirt sind. Eben so wenig ist irgend eine Gliederung des Complexes zu bemerken, ein Vorherrschen gewisser Gesteine oder Pflanzenformen in verschiedenen Niveau's, und wenn sie vorhanden sein sollte, so entzieht sie sich der Beobachtung durch die ausserordentliche Zusammenfaltung und Krümmung der Schichten, welche nur noch bei den Algäuschichten im gleichen Maasse wiederkehrt. Den Anfang einer Gesteinsfolge führten wir so eben bei dem Nummulitenkalk vom Sünser See an, sie lässt sich dort nicht weiter verfolgen. Anderwärts aber ist kaum dieser Anfang deutlich und wir beschränken uns daher auf eine allgemeine Angabe der Gesteine, welche sich zu dem mächtigen Complex aufbauen. Eine sehr vollständige Entblössung findet sich an den Wänden des Durchbruches der Bregenzer Ache durch den südlichen Flyschzug zwischen Schröcken und Schopernau. Ich notirte dort in meinem Tagebuche folgende Gesteinsabänderungen:

1. Hellrauchgrauer mergeliger Kalk in 1 Zoll bis 1 Fuss dicken Schichten, zuweilen in's Bläuliche und Leberbraune übergehend; hart, spröde, aber nicht splittrig.
2. Derselbe splittrig und reich an *Helminthoidea*.
3. Schieferiger etwas mergeliger schwärzlichgrauer Kalk.
4. Sandiger Kalk mit Glimmerblättchen.
5. Graue, kalkig-sandige Mergelschiefer, zum Theil mit überwiegendem Kalkgehalt; sie führen häufig *Fucus intricatus* und haben meist glänzende, von Pflanzenresten schwarz gefärbte Schichtungsflächen.
6. Dasselbe Gestein mit festeren, unrein kieselig-kalkigen Einschlüssen, die durch Verwitterung als unregelmässige Knollen hervorragten.
7. Sehr fester grauer, an der Luft brauner Quarzsandstein mit vielem Glimmer.
8. Kieseliger Kalkschiefer mit schwarzen Hornsteinknauern, die den Schichtenflächen parallel liegen.

Während alle diese Schichten stetig und eben fortziehen, treten

9. Sandigkalkige braungraue Schichten auf, mit einer Mächtigkeit vom Schieferigen bis zu einem Fuss und darüber, mit welliger wulstiger Oberfläche und von Kalkspathadern durchzogen, welche die rhomboëdrische Zerklüftung deutlich hervortreten lassen. Sie sind stets überaus uneben gebogen, keilen

sich gegen einander aus und bedingen die grosse Aehnlichkeit des Flysches mit den Algäu-Schichten, besonders wenn sie überdies hornsteinführend sind.

10. Weiche, schwarze Flyschthonschiefer, sehr häufig den vorigen Schichten zwischengelagert.

Die petrographische Verschiedenheit dieser Schichten ist unbedeutend, ihr Charakter schwankt im Allgemeinen um den von graubraunen kalkigmergeligen Sandsteinen. Ein bestimmtes Gesetz in der Aufeinanderfolge aber lässt sich, wie gesagt, noch nicht feststellen.

Es wurden zuweilen Bedenken gegen das eocene Alter unserer Flyschgesteine erhoben, allein zu den vielen Beweisen, welche die Geologen der Schweiz für dasselbe aufgestellt haben, kommt die unverkennbar deutliche Lagerung in Vorarlberg. Mit der grössten Regelmässigkeit sieht man den Flysch hin und wieder durch Vermittelung nummulitenführender Gesteine, oft aber auch unmittelbar den jüngsten Gliedern der Kreide aufgelagert, so am Südrande des Kreidegebietes allenthalben wo ein deutlicher Aufschluss beobachtbar ist; hier sind die Schichten normal auf einander gelagert und aus ihrer ursprünglichen Lage nur unbedeutend gehoben. Der Nordrand verlangt, um dasselbe Verhältniss nachzuweisen, subtilere Beobachtung, allein auch hier fehlt es bei den überstürzten Kreidegebilden nicht an untrüglichen Aufschlüssen, so in unseren Profilen insbesondere bei Dornbirn, wo der Nummulitenkalk dazwischenlagert. Weit schwieriger dürfte eine obere Grenze für den Flysch nachzuweisen sein, da er durch keine Gesteine irgendwo unmittelbar überlagert wird; nur wo das Flysch-System auf die Molasse überstürzt ist, also in einer Linie von Dornbirn über Egg nach Balderschwang, ist wohl zu erwarten, dass, wie bei der Ueberstürzung der Kreide auf den Flysch, die höchsten Schichten zunächst auf der Molasse lagern werden. In der Schlucht der Bregenzer Ache bei Egg wird sich dies Verhältniss gewiss erörtern lassen.

Was die sonstigen Lagerungsverhältnisse des eocenen Flysches betrifft, so ist er, wie gesagt, im höchsten Grade zusammengefaltet und gewunden. Die Mächtigkeit muss ausserordentlich bedeutend sein, aber sie wird noch weit vermehrt durch diese Faltungen und es thürmen sich dadurch hohe Gebirge auf, so der Zug des Hoch-Gerrach, Löffel-Spitz und Türtsch-Horn, das Vintscher Joeh und zahlreiche andere Kuppen. Die Streichrichtung der einzelnen welligen Aufbiegungen ist ungefähr den Rändern des Kreidegebietes parallel; aber an den Durchschnitten der Abhänge mit ausgebildeteren Systemen von derartigen Aufbiegungen lässt sie sich meist nicht mehr erkennen; es entstehen Zeichnungen der ausgehenden Schichtenköpfe, die man nur mit dem Damasciren von Gewehren durch scheinbar paralleles Nebeneinanderlegen von dünnen Schichten und Durchschneiden mittelst einer gekrümmten Fläche vergleichen kann. Jede der zahlreichen Schluchten entblösst derartige Damastzeichnungen.

Die Formen der Flyschberge sind sowohl in der südlichen Zone zwischen Trias-Lias- und Kreide-, wie in der nördlichen zwischen Kreide- und Molassegebiet durch den Contrast leicht erkennbar. Es fehlt ihnen die Wildheit und Zerrissenheit der Trias-Lias-Zone wie die von steilen Einrissen unterbrochene sanfte Oberfläche der Molasse und der landschaftliche Formenwechsel des Kreidegebietes. Die Thäler sind eng und tief, aber keine schroffen Risse. Steil und selten von sanfteren Wölbungen unterbrochen, steigen die Gehänge zu den hohen Rücken auf und endigen in Reihen hoher und kühner Gipfel, denen aber, um wild zu sein, das Zackige fehlt. Daher sind nur wenige Dörfer im Bereiche des Flysches und die meisten haben eine höchst unbequeme Lage, wie Fontanella, Sontag, Blons im grossen Walsertthale, Tamüls und andere. Selten sind grössere

Weitungen wie diejenigen, in welchen die Dörfer Schwarzenberg, Andelsbuch, Sibratsgöll, Mittelberg liegen. Hingegen trägt der Flysch treffliche Alpen, besonders an den Südabhängen, welche auch hier, wie im Kreidegebiete, sanfter sind, während die Nordgehänge oft steile, unzugängliche Wände bilden.

Wenden wir uns endlich zur Verbreitung des Flysches, so begegnen wir einer Reihe sehr eigenthümlicher und wohl noch nicht hinreichend erklärbarer Erscheinungen. Schon mehrfach erwähnt wir der Theilung des Flysches, welcher zwischen Sonthofen und Obersdorf von Osten her an das Thal der Iller tritt und sich hier bei Fischen durch das aus der Tiefe heraufgewölbte Kreidegebiet in zwei Arme theilt, welche das letztere zu beiden Seiten durch Vorarlberg begleiten. Sie bilden die Hauptmasse des Flysches in Vorarlberg; ein dritter Zug ist am Rhätikon.

#### 1. Nördlicher Flyschzug.

Dieser Zug trennt das Kreide- vom Molassegebiet, unter jenes fällt er ein, diesem ist er aufgelagert, beiderseits durch überstürzte Lagerung, wie es aus den Profilen hervorgeht. Die Grenze gegen die Kreide wird ungefähr durch eine Linie von Mühlbach über Bühel bei Andelsbuch nach Sibratsgöll, diejenige gegen die Molasse durch eine Linie von Dornbirn über Egg nach Balderschwang bezeichnet. Es gehören der Zone somit das Hochälpele mit dem Dorfe Schwarzenberg, die Berge östlich von Andelsbuch und die nördlichen Vorberge des Winterstauden an. Die Breite dieser nördlichen Zone beträgt nirgends mehr als eine halbe Meile, die Formen in derselben sind sehr sanft, die Höhe bis zu der die Berge aufsteigen, ist nur gering, die Aufschlüsse und Entblössungen überaus sparsam, so dass sich die Grenze gegen die Molasse schwer mit Genauigkeit festsetzen lässt.

#### 2. Südlicher Flyschzug.

Der andere Arm der Flysch-Zone betritt von Osten her bei Rietzlen das vorarlbergische Gebiet und zieht als Grenzscheide der Trias-Lias-Zone und des Kreidegebietes bis zum Rheinthal fort. Der Flysch ist der Kreide meist mit flachem südlichen Fallen aufgelagert, die Schichten sind auch weiterhin trotz der zahlreichen Faltungen und Windungen vorherrschend nach Südsüdost geneigt und fallen endlich unter die Gesteine der Trias-Lias-Zone ein, wie die Profile I bis XII zeigen. Die Grenze gegen das Kreidegebiet ist eben so scharf wie im Norden, indem weder im Kreidegebiet eine Spur von Flysch noch in den Flysch-Zonen eine Spur von Kreide zu finden ist. Von den Fällgatter Häusern bei Feldkirch zieht die Auflagerungslinie über Frastanz, Satteins und den nördlichen Rücken des Muttekopfes nach dem Hintertobl im Latternser-Thal, von hier weiter über das Hinterbad und die Alpe Göfas nach dem Kessel des Sünser Sees und über das hochgelegene Dorf Ugen nach Argenau an der Bregenzer Ache. Am rechten Ufer tritt die Auflagerung bei Remen wieder hervor und zieht am Schnan-Bach hinauf nach dem Kessel der Subersalp, wo die Lagerung besonders klar ist; von hier an hält sie sich in der Mitte des Nordabhanges vom Zuge des Ochsenhofer Kopfes, Geisberges und Heuberg-Kopfes, bis sie bei Rietzlen das Thal Mittelberg erreicht, an dessen flachem Nordgehänge sie das Algäu betritt. Noch weit deutlicher ist die südliche Grenze der Flysch-Zone gegen das Trias-Lias-Gebiet, dessen schroffe und nackte Dolomitgebirge steil auf das beraste Mittelgebirgsland abfallen. Die Linie, welcher entlang die Flyschgebilde unter das ältere Gebirge einfallen, ergibt sich mit einiger Klarheit aus den Profilen von Vorarlberg (I bis XII). Sie beginnt zwischen Vaduz und Schaan im Fürstenthume Liechten-

stein, wo sie sich aus der Ebene des Rheinthalles hebt und allmählig am Gebänge aufsteigt, bis sie zwischen Gerrella-Kopf und Rovia-Berg den ersten Rücken erreicht; so umsäumt sie den Nordabhang des Gebirges der Drei Schwestern, des Alpilla-Berges, Guntis-Spitz und Gamp-Berges, zieht dann weit hinein nach der tiefen Thalsole des Gamp-Baches und erreicht, nachdem sie noch einen Rücken übersetzt hat, am Nordabhange des Klamper Schroffen allmählig hinabziehend das Illthal östlich von Nenzing. Bei Ludesch taucht sie aus der Thalsole wieder auf, umzieht in weitem Bogen das Gebirge des Hoch-Frassen und greift tief hinein an den untersten Gehängen des Marouler-Thales. Von Maroul aus setzt die Ueberstürzungslinie an der Südseite des Walser Thales fort, übersetzt dasselbe unterhalb Fontanella und zieht dann hoch hinauf nach dem Nordabhange des Zitterklapfen-Künzlespitz-Gebirges, ist im Durchbruch der Bregenzer Ache als Liegendes des Lias-Trias-Gebirges in Form einer tief eingreifenden Zunge entblösst, übersetzt den Rücken des Vintscher Joches und erreicht das Thal Mittelberg bei Baad, aber nur um bald wieder nach den Höhen zu steigen, welche vom Widderstein-Gebirge sich in dieses Thal erstrecken. Am Nordabhange der Kanzlwand tritt sie ins Algäu.

In dieser Begrenzung stellt sich das südliche Flyschgebiet als eine im Westen breitere, im Osten mehr und mehr an Breite abnehmende Zone eines einheitlichen, stets nach Südsüdost fallenden Gesteines mit im Allgemeinen gleichbleibenden Oberflächenformen dar. Die grösste Breite von anderthalb Meilen ist zwischen Nenzing und Satteins und zwischen Maroul und dem Gerer Falben, die geringste von kaum einer halben Meile bei Baad und Mittelberg an der Breitach. Dem Trias-Lias-Gebiete bleibt die Flysch-Zone in der Höhe wie in der Entwicklung der Formen stets untergeordnet, dem Kreidegebiete kommt sie in der Höhe der Gipfel beinahe gleich, aber in den äusseren Formen ist weit mehr Einförmigkeit. Die Höhen sind alle mit trefflichen Alpen bedeckt, Wälder ziehen sich nur an den steileren Gehängen hinab. Sehr klar ist der Zusammenhang der Oberflächengestaltung mit dem Streichen der Schichten. Die grösseren Thäler sind dem letzteren parallel, so die Thäler der Breitach und des Lutzbaches oder das kleine und grosse Walser Thal, das Thal des Lattenser Baches, des Argenbaches und andere. Von den hohen Gebirgskämmen, welche sich zwischen diesen Einsenkungen erheben, ziehen Querthäler in grosser Zahl herab, die meisten von ihnen eng und unbewohnbar. Auch die beiden grossen Durchbrüche des Illthalles und der Bregenzer Ache gehören der Querrichtung an. Ihre Vereinigung mit den Längsthälern schafft grosse Weitungen, die bewohntesten Gegenden des Flysch-Gebietes.

### 3. Flysch am Rhätikon.

Schon bei der Beschreibung der Lagerung und des Gebirgsbaues im Trias-Lias-Gebiete des Rhätikon <sup>1)</sup> bot sich mehrfach Gelegenheit, das auffallende Verhältniss anzudeuten, in welchem der eocene Flysch als einziges jüngeres Gebilde dort in den Gebirgsbau eingreift (Profile I, V, VI). Im vorarlbergischen Theil des Rhätikon tritt der Flysch in zwei getrennten Partien auf. Die eine derselben gehört ganz und gar dem Fürstenthume Liechtenstein an, bildet dort das Würzner Horn bei Balzers, den Boden der Elavena-Alpe und fällt von Balzers bis jenseits Triesen unmittelbar in das Rheinthal ab. Wahrscheinlich gehört dieser Flysch der im Vorigen beschriebenen südlichen Zone an. Ist schon das Vorkommen der Formation an diesem westlichen Abbruch der Trias-Lias-Kalkalpen von beson-

<sup>1)</sup> 1. Abtheilung (Band X dieses Jahrbuches), Seite 114—137 und Fig. 1 und 10.

derem Interesse, so wird es noch durch die höchst merkwürdigen und bis jetzt wohl nicht hinreichend erklärbaren Lagerungsverhältnisse erhöht. Nicht allein dass (nach Fig. 1) der Flysch steil unter Algäu-Schichten einfällt, werden diese wieder von einem wenig geneigten Trias-Systeme überlagert, also eine zweifache Ueberstürzung. Die Trennung von den Algäu-Schichten ist ungemein schwierig und nur durch den Unterschied der Fleckenmergel-Fucoiden von dem *Fucus intricatus* möglich. Wenn man im Wildhaus-Tobl aufwärts steigt, so erscheinen viele Schichten, welche gewissen Algäu-Schichten ähnlich sind, aber immer führen sie wieder *Fucus intricatus* und *Targionii*. Hoch oben werden jene braunen Sandsteine herrschend, welche sich am Sünser See als das tiefste Glied des Flysches erwiesen, und da sie unmittelbar von Fleckenmergeln überlagert sind, die ihrerseits in grosser Höhe Aduether Kalk tragen, so scheint sich die ganze Erscheinung als eine überstürzte Lagerung eines Systemes herauszustellen, welches aus einer Grundlage von Lias und einer anomalen Auflagerung von eocemem Flysch bestand.

Die zweite Partie bildet einen schmalen Zug vom Gaffal-Joch längs dem Nordabfall der Kalke des Schweizer Thors, Fornele-Jochs, Sporer Gletschers und der Weissplatten (Profil V und VI, Fig. 10). Ich suchte bereits in der ersten Abtheilung dieser Arbeit zu beweisen, dass sie dem Gebirgsbau des Prättigau angehören.

### C. Eocengestein von Niederndorf.

Das einzige sichere Vorkommen von Eocenformation im ganzen Gebiet von Nordtirol wurde von Herrn Gümbel bei Niederndorf am Inn, nördlich von Kufstein, entdeckt. Wir fanden einen graulich-weissen sandigen Kalk mit zahlreichen Exemplaren der *Gryphaea Archiacina*, ausserdem zahlreiche Austern und andere eocene Versteinerungen. Das Gebilde scheint in der näheren Umgebung keine weitere Verbreitung zu haben: es steigt aus der Thalsohle auf und lehnt sich an Neocomien-Mergel.

## IV. Oligocen- und Miocenformation.

Auch die mittleren Tertiärgebilde spielen nur in Vorarlberg eine einigermaassen wichtige Rolle im Gebirgsbau, indem sie hier ein Gebiet selbstständig zusammensetzen, während sie im nördlichen Tirol nur untergeordnet auftreten. Alle diese Gebilde sind theils an Ort und Stelle in unserem Gebiet, theils in nächster Nachbarschaft so häufig und so genau beschrieben worden, dass es überflüssig scheint, hier näher auf dieselben einzugehen.

Die Molasse von Vorarlberg, welche den ganzen Theil dieses Landes nördlich von der Flyschgrenze einnimmt, entspricht so genau derjenigen in den angrenzenden Theilen der Schweiz und des südlichen Bayern, dass ich auf die zahlreichen ausgezeichneten Arbeiten über diesen Gegenstand verweisen kann. Dieselben Conglomerate mit Eindrücken der aufeinanderliegenden Gerölle, dieselben zu Schleifsteinen verarbeiteten feinkörnigen Sandsteine, dieselben kohlenführenden Schichten, wie sie allenthalben bekannt sind, finden sich auch hier; eben so gleicht auch der Gebirgsbau mit sanften, nach Norden steiler gebogenen Gewölben und Faltungen auf das Genaueste dem der benachbarten Gebiete. Die Versteinerungsführung aber ist dort ungleich bedeutender und erlaubte besonders

bei Sanct Gallen und weiter gegen Westen so tief eingehende Studien, dass sie in Vorarlberg kaum vervollständigt, wohl aber in hohem Grade bestätigt werden können. Besonderes Interesse bietet nur die Grenze gegen den eocenen Flysch. Wie die Trias-Lias-Gebilde auf den südlichen Flyschzug und die Kreidegebilde auf den nördlichen überstürzt sind, so ist es auch der Flysch auf die Molasse, aber bei weitem nicht in demselben Maasse. Nach Westen fällt das Molassegebirge in das Rheinthal, den Bodensee und das Leiblachthal ab, nach Osten setzt es durch das Gebiet von Staufen und Immenstadt nach Bayern fort.

Ausserhalb des Molassegebirges sind mittlere Tertiärablagerungen in Vorarlberg nur im Montavon bekannt. Heer hat sie als unteroligocen nachgewiesen.

Im westlichen Nordtirol bis Innsbruck dürften tertiäre Ablagerungen überhaupt nicht bekannt sein. Von hier an aber beginnen auf ebenen Terrassen an den Thalwänden, in kesselförmigen Erweiterungen und an anderen günstigen Orten sporadische Auflagerungen, deren Zahl, wie es scheint, noch bedeutend vermehrt werden wird <sup>1)</sup>. Hier und da vereinigen sich die Ablagerungen zu zusammenhängenden Zügen, welche die höheren Abhänge des Gebirges begleiten.

Da Herr Gümbel (nach brieflicher Mittheilung) die Tertiärgebilde im südlichen Bayern ausführlicher zu bearbeiten gedenkt und wohl zu erwarten ist, dass dieser gründliche Kenner dieses Theiles der nördlichen Kalkalpen auch die von ihm so genau studirten Tertiärablagerungen des benachbarten Theiles von Tirol mit in den Bereich der Bearbeitung ziehen wird, so übergehe ich hier diesen Gegenstand ganz und gar.

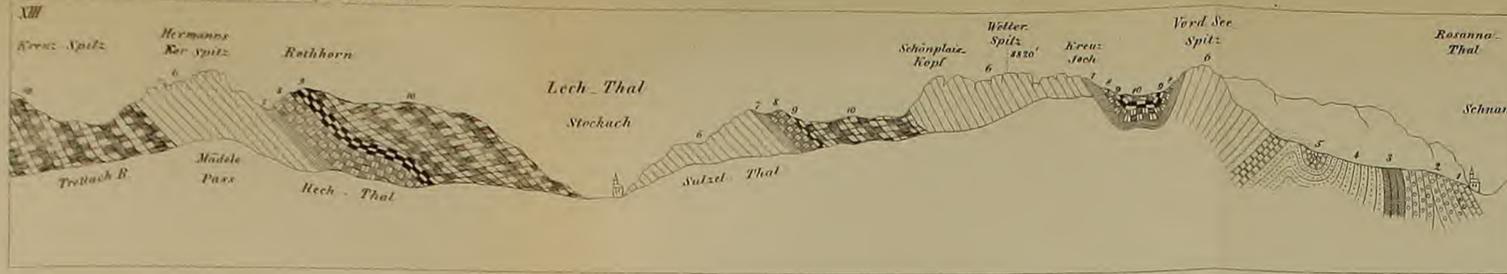
## V. Diluvium und Alluvium.

Wie überall, wo seit der Tertiärperiode keine Meeresbedeckung mehr stattfand, sondern nur noch das Süsswasser gestaltend einwirkte, die diluvialen und alluvialen Ablagerungen allmählig in einander übergehen und nur einzelne Schichten durch sporadische Versteinerungen das Merkmal ihres Alters an sich tragen, so auch in unserem Gebiete. Die sogenannten diluvialen Schotterterrassen treten in einer ausserordentlichen Mächtigkeit auf, so besonders bei Innsbruck, wo sie ein hohes Plateau bilden, in welches das Innthal eingeschnitten ist und sich mit seinen Alluvionen ausbreitet. Auch diese Gebilde sind bereits aus vielen Theilen der Alpen auf das Genaueste beschrieben und treten in Tirol eben so auf, wie in allen anderen Thälern. Ein besonders hohes Interesse bietet das Rheinthal mit seinen ausgedehnten Terrassen-Bildungen, seiner breiten Alluvialebene, in die der Strom stets neue Arme gräbt, mit seinen Torfablagerungen und den unendlichen Geröllmassen, welche der Rhein fortwährend aus dem Gebirge herab dem Bodensee zuführt. Ueber alle diese Erscheinungen liegen die vortrefflichsten Untersuchungen von den unermüdlichen Geologen der Schweiz vor, daher ich auch in dieser Beziehung auf die schon vorhandene Literatur verweisen kann.

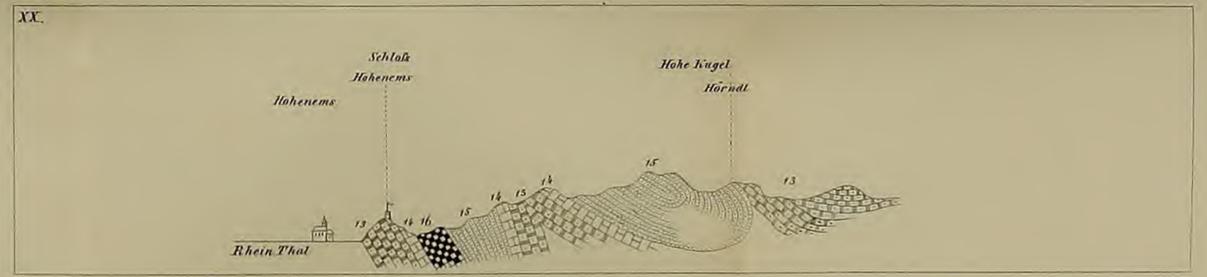
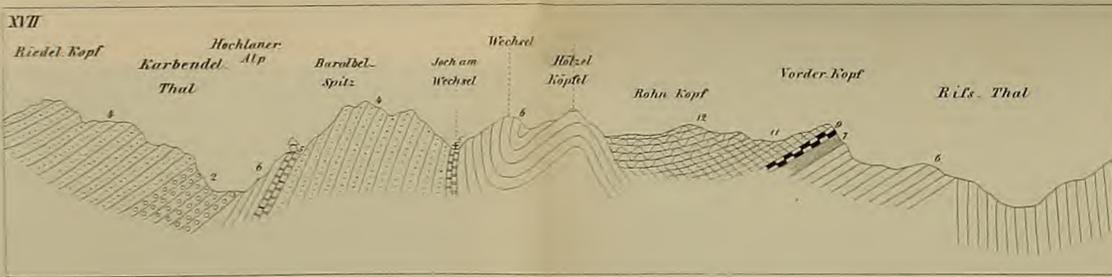
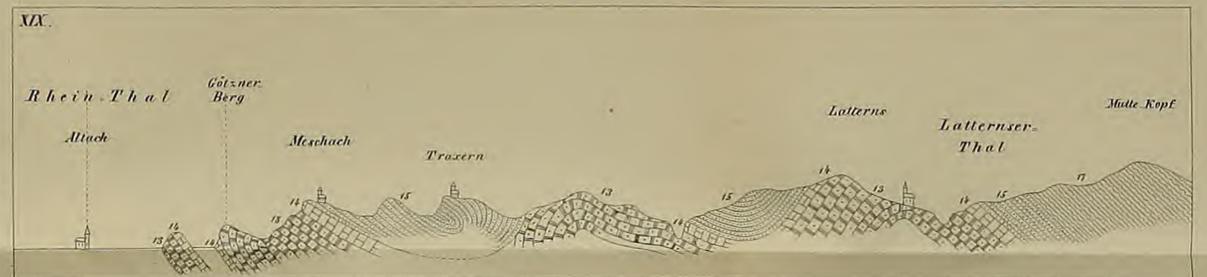
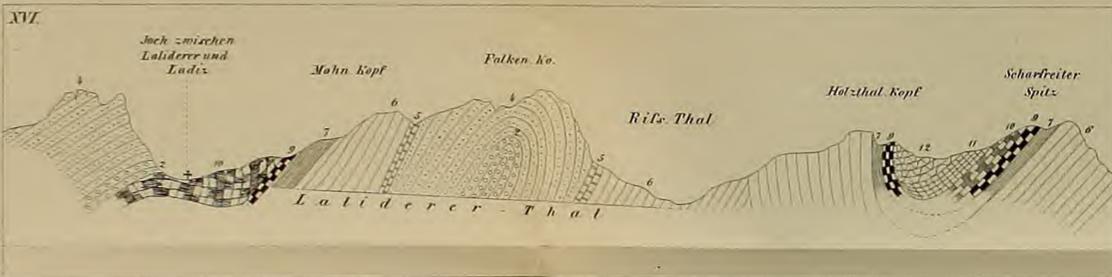
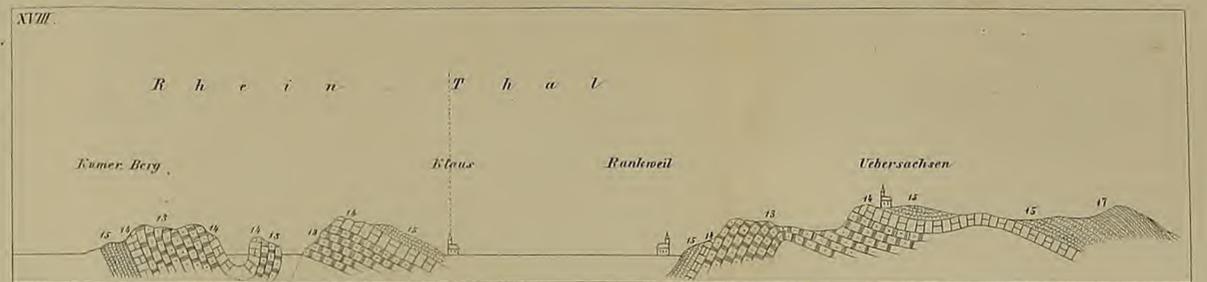
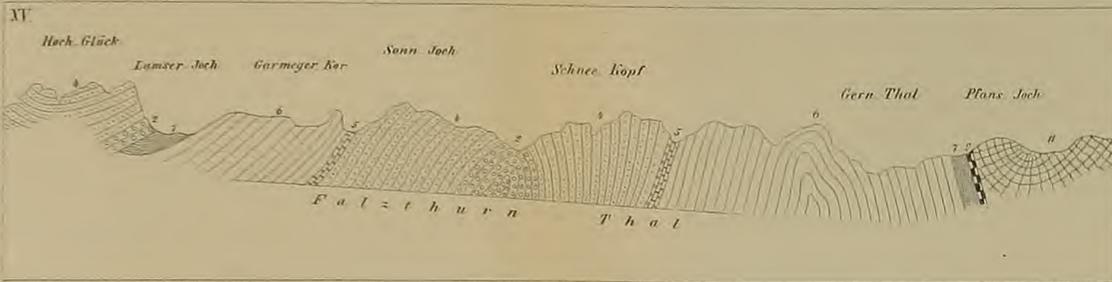
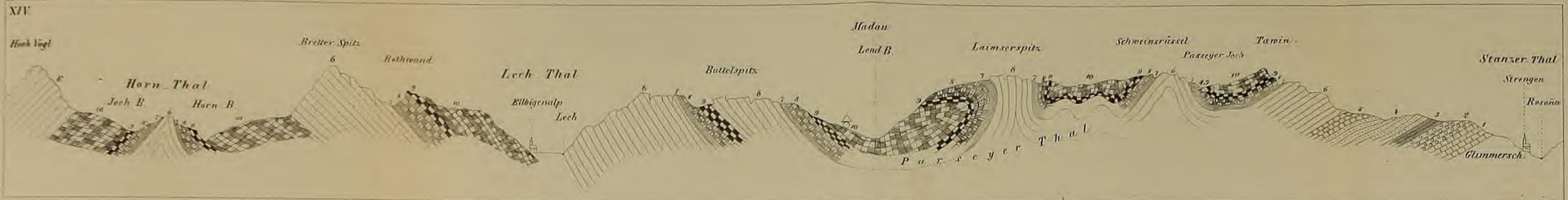
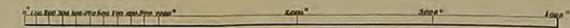
<sup>1)</sup> So traf ich im Jahre 1857 südlich von Haslau am Ausgang des Windau-Thales ein eben erschürftes Braunkohlenflötz und es wurde mir versichert, dass in der Gegend noch viele solche Schichten vorkommen wie diejenigen, welche das Flötz einschliessen. In dieser dem Urgebirge angehörigen Gegend kannte man bisher noch keine Tertiärablagerung; die Thatsache lässt schliessen, dass man sie noch in weiterer Verbreitung im Bereiche des Urgebirges finden wird.

## I n h a l t.

	Seite
<i>B.</i> Lagerung und Gebirgsbau in der Trias-Lias-Zone (Fortsetzung) .....	[1] 87
II. Trias-Lias-Gebiet zwischen Bludenz und dem Arlberg .....	[1] 87
Umgegend von Bludenz, Bratz, Dalaas, Bartholomäusberg .....	[3] 89
Das Klosterthal [6] 92. — Bludenz, Ludesch, Alpilla, Rothwand, Bratz	[7] 93
Dalaas, Formarin, Schafberg, Spullers, Klösterle .....	[9] 95
Stuben, Arlberg, Grabach, Zürs [13] 99. — Oberes Lech-Gebiet	
(Zug, Am Lech, Stubenbach), Grub-Spitz, Gypsi-Tobl .....	[17] 103
Walsertal (südl. Gebiet) [19] 105. — Walsertal (nördl. Gebiet),	
Zitterklapfen, Künzle-Spitz, Grenze mit Flysch .....	[20] 106
Widderstein-Gebirge .....	[23] 109
Umgegend von Schröcken, Hoch-Krumbach und Warth .....	[24] 110
III. Der westl. Theil von Nord-Tirol von der vorarlberg. Grenze bis Seefeld	[29] 115
Gebirge zwischen dem Lech-Thale von Stög bis Elbigen-Alp und	
dem Stanzer Thale [30] 116. — Gebirge zwischen dem Lech-Thale	
von Stög bis Weissenbach und dem bayerischen Allgäu .....	[39] 125
Umgebung von Reutte, Vils, und Thannheim .....	[44] 130
Gegend zwischen dem Lech-Thal von Elbigenalp bis Weissenbach, dem	
Inn-Thale von Landeck bis Telfs und der Landesgrenze gegen Bayern.	[49] 135
Seefeld .....	[56] 142
IV. Gebirge zwischen Seefeld und den Berchtesgadner und Salzburger	
Alpen .....	[58] 144
Gegend zwischen Innsbruck und der Riss .....	[58] 144
Gebiet der Riss und Dürrach bis zur Einsenkung des Achen-Thales.	[63] 149
Gebiet zwischen dem Achenenthal und Kufstein [70] 156. — Kalkgebirge	
zwischen dem Inn bei Kufstein und der bayer. und salzburg. Grenze .	[73] 159
II. Jura und Kreide .....	[74] 160
1. Entwicklung der Jura- und Kreidegebilde in Vorarlberg .....	[75] 161
A. Gliederung .....	[77] 163
a) Juraformation .....	[77] 163
b) Kreideformation .....	[78] 164
1. Rossfelder Schichten [78] 164. — 2. Etage Valanginien (Désor)	
3. Spatangenkalk [83] 169. — 4. Schratzenkalk (oder Caprotinen-	
kalk) [84] 170. — 5. Gault [85] 171. — 6. Seewerschichten .....	[87] 173
B. Verbreitung und Lagerung .....	[88] 174
1. Nordsüdliches Profil von Andelsbuch über Bezau und die Canisfluh	
nach Tamüls [90] 176. — 2. Umgegend von Hohenems .....	[92] 178
3. Umgegend von Feldkirch, Rankweil und Hoch-Freschen .....	[96] 182
4. Umgebungen von Bezau, Schnepfau, Hoch-Ifer und Sibratsgöll .....	[99] 185
5. Ergebnisse .....	[102] 188
2. Entwicklung der Jura- und Kreidegebilde in Nord-Tirol .....	[105] 191
A. Gliederung .....	[106] 192
1. Vilser Kalk [107] 193. — 2. Ammergau Schichten .....	[108] 194
3. Rossfelder Schichten [109] 195. — 4. Gosau-Schichten .....	[109] 195
B. Verbreitung und Lagerung .....	[110] 196
III. Eocenformation .....	[112] 198
A. Nummulitenführende Gebilde in Vorarlberg .....	[112] 198
B. Flysch in Vorarlberg .....	[114] 200
1. Nördlicher Flyschzug [116] 202. — 2. Südlicher Flyschzug .....	[116] 202
3. Flysch am Rhätikon .....	[117] 203
C. Eocengesteine von Niederndorf .....	[118] 204
IV. Oligocen- und Miocenformation .....	[118] 204
V. Diluvium und Alluvium .....	[119] 205



Maßstab in Wiener Klaftern (Die Höhen und Längen sind gleich.)



Bezeichnung der Formationsglieder auf den Profilen von Vorarlberg (XIII-XXIII)

17	Flysch (Eocän)	8	Ob. Dachstein-Kalk	Lias
16	Nammulden-Schichten	7	Kölaner-Schichten	
15	Gault und Senon	6	Ob. Dachstein-Kalk u. Dolomit	
14	Caprotinen-Kalk	5	Baibler-Schichten	Obere Trias
13	Spatangen-Kalk	4	Hallstätter-Kalk	
12	Ralsfelder-Schichten	3	Partnach-Schichten	
11	Oberer Jura	2	Guttensteiner-Kalk	
10	Algau-Schichten	1	Verrucano u. Wiefner-Schichten	
9	Adnetter-Kalk			Lias

Lith. u. geol. d. k. k. Hof- u. Staatsarchiv

